O QUADRO MORFOLÓGICO APLICADO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO PARA DESINFECÇÃO DA ÁGUA ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR

The Morphological Chart applied for the development of a water disinfection equipment through solar energy

RODRIGUES, Danielle Gonçalves
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP

NETO, Geraldo Gonçalves Delgado
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

PELLIS, Bruno Piva
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP

PATERNIANI, José Euclides Stipp
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP

RESUMO: A disponibilidade de água de boa qualidade para consumo humano é de extrema importância para à manutenção da vida pois há uma intrínseca relação entre o acesso à água de boa qualidade e a saúde humana. Assim, promover formas de acessos a tratamentos alternativos da água em pequenas comunidades é indispensável para o desenvolvimento socioeconômico dessas comunidades uma vez que, na maioria dos casos, essas comunidades não possuem nenhuma forma de acesso a água tratada. Assim sendo, neste estudo, utilizou-se a ferramenta metodológica Quadro Morfológico para propor um novo equipamento para desinfecção da água através da energia solar para ser utilizado em pequenas comunidades. Para tanto, realizou-se uma pesquisa no mercado brasileiro sobre os equipamentos comercialmente disponíveis para aquecimento da água e, com o auxílio da ferramenta metodológica Quadro Morfológico, definiu-se dois equipamentos que pudessem ser utilizados para desinfecção solar da água e assim melhorar a qualidade de vida de pequenas comunidades. Os equipamentos propostos são compostos de mangueira de alta pressão com proteção UVA/UVB de fácil operação e manutenção. A utilização do Quadro Morfológico para o desenvolvimento do equipamento de desinfecção solar foi extremamente importante pois foi possível obter um equipamento simples, seguro e inequívoco uma vez que ele permitiu várias soluções sendo que a melhor solução foi obtida através da avaliação de custo e eficiência do mesmo.

Palavras chave: Quadro Morfológico, desinfecção da água, equipamento alternativo, energia solar

ABSTRACT: The availability of good quality water for human consumption is extremely important for the maintenance of life because there is an intrinsic relationship between access to good quality water and human health. Thus, promoting access to alternative water treatments in small communities is indispensable for the socioeconomic development of these communities since, in most cases, these communities have no access to treated water. Therefore, in this study, we used the morphological framework methodological tool to

propose a new equipment to disinfect water through solar energy to be used in small communities. To do so, a research was carried out in the Brazilian market on the commercially available equipment for water heating and, with the aid of the Morphological Chart methodological tool, two equipments were defined that could be used for solar disinfection of the water and thus to improve the quality of life in small communities. The proposed equipment is composed of high pressure hose with UVA / UVB protection for easy operation and maintenance. The use of the Morphological Chart for the development of solar disinfection equipment was extremely important because it was possible to obtain a simple, safe and unequivocal equipment since it allowed several solutions and the best solution was obtained through the evaluation of cost and efficiency of the same

Keywords: Morphological Chart, water disinfection, alternative equipment, solar energy

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água de boa qualidade é de extrema importância à manutenção da vida, todavia, essa disponibilidade em alguns locais como pequenas comunidades torna-se escassa, trazendo com isso diversos efeitos deletérios sobre o bem-estar físico, mental ou social dessas populações.

De acordo com Batista 2008, no interior do nordeste do Brasil, a falta de água de boa qualidade para consumo humano se agrava devido aos períodos de longa estiagem que obriga uma parte da população rural a dividir o suprimento de água (açudes, barragens, cacimbas etc.) com o gado e animais silvestres. Nas terras mais baixas do litoral é bastante comum o uso de poços rasos para o suprimento residencial de água. Nas áreas urbanas, estas águas sofrem a influencia de fossas sépticas que acabam contaminando o lençol freático.

No estudo realizado por Pruss et al 2002, anualmente há a morte significativa de crianças no mundo em decorrência a doenças diretamente relacionadas às condições deficientes de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Essas doenças, especialmente quando associadas a desnutrição, podem enfraquecer as defesas do organismo a ponto de contribuir com doença e morte por outras causas como sarampo e pneumonia.

Gleick 2002, realizou um estudo utilizando 3 estimativas diferentes internacionais e pôde estimar que, se não forem tomadas medidas para resolver a falta de água, saneamento e higiene, haverá 135 milhões de mortes

evitáveis até 2020. Isso demonstra a crise de saúde pública mais grave enfrentada até o momento, e merece muito mais atenção e recursos do que recebeu até agora.

Assim, faz-se necessário propor soluções para o acesso dessas comunidades ao tratamento alternativo da água.

As ferramentas metodológicas se mostram uma excelente alternativa a ser aplicada para desenvolvimento de um produto. Sua utilização propicia o desenvolvimento de um projeto simples, seguro e inequívoco. O Quadro Morfológico é uma dessas ferramentas. Sua utilização permite diversas soluções para o projeto sendo que a escolha da melhor solução está diretamente ligada a outros fatores como recursos, demandas ou outro fator de relevância.

A utilização do Quadro Morfológico tem se mostrado particularmente útil quando o projeto se direciona a novos produtos, extrapolando soluções convencionais e explorando o uso de novos materiais, formas e funções. Sem esta ferramenta, provavelmente o projetista se restringiria a examinar apenas um número reduzido de soluções e combinações, esquecendo-se das demais (BAXTER, 1995).

De acordo com Delgado Neto 2005, este método possui vantagens e desvantagens e não é restrito ao uso em problemas técnicos, podendo ser usado para sistematizar informações de qualquer natureza. Em geral as informações técnicas podem ser consideradas em sua forma mais pura. Uma das vantagens citadas pelo autor são as soluções parciais podem ser facilmente combinadas em uma solução global.

Dessa forma, a utilização do Quadro Morfológico para o desenvolvimento de um equipamento de desinfecção solar da água, permite definir o equipamento mais indicado para a desinfecção solar da água para consumo humano a ser implantado em pequenas comunidades.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para que o do projeto proposto de um equipamento de desinfecção solar da água fosse desenvolvido de forma simples, segura e inequívoca, foi necessário verificar e estudar os possíveis equipamentos existentes no

mercado brasileiro que tinham como função aquecer a água através da energia solar. Após essa verificação, foi possível propor novas soluções para o mesmo e dessa forma trazer essa solução para ser implantada no equipamento de desinfecção solar água proposto.

Assim, verificou-se a necessidade de utilização de uma ferramenta metodológica que auxiliasse nessa tarefa. Para tanto, propôs-se a utilização da ferramenta metodológica Quadro Morfológico uma vez que, com a utilização dessa ferramenta, foi possível criar uma solução para ser implantada no equipamento de desinfecção solar água.

Tendo em vista que o Quadro Morfológico estimula a criatividade através da exploração sistemática de um grande número de possíveis soluções, inicialmente para que fosse possível encontrar o número mais possível de solução, foi necessário explorar todas as funções relevantes para o funcionamento de um equipamento de aquecedor solar da água. Assim, definiu-se 12 funções para a construção de um equipamento de aquecedor solar da água.

Após a definição dessas funções, iniciou-se uma pesquisa dos materiais existentes disponíveis comercialmente, utilizados para cada uma das funções relevantes para o funcionamento de um equipamento de aquecedor solar da água.

Assim, foi possível elaborar o Quadro Morfológico, utilizando os parâmetros das funções relevantes para o funcionamento de um equipamento de aquecedor solar da água (exemplo: tubulação) + os equipamentos pesquisados existentes disponíveis comercialmente para a utilização dessas funções (exemplo: tubulação de cobre, tubulação em PVC e mangueira de alta pressão). Assim, foi possível ampliar o conhecimento das etapas envolvidas no aquecimento da água e observar quais soluções são viáveis no processo de desinfecção da mesma, objetivo da utilização do Quadro Morfológico.

Após a elaboração do Quadro Morfológico, realizou-se a análise de cada componente utilizado. Para tanto, selecionou-se 16 indústrias brasileiras de aquecedor solar com o intuito de analisar e identificar quais materiais eram utilizados de acordo com cada função do equipamento de aquecedor solar da água na fabricação dos mesmos. Assim, pode- se verificar quais as alternativas

para aquecimento da água mais utilizadas e traçar as novas soluções e/ou inovações para aquecimento da água. Após a elaboração do Quadro Morfológico com a análise de cada componente, pode-se definir o equipamento que era mais indicado para a pasteurização solar da água para consumo humano a ser implantado em pequenas comunidades.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o desenvolvimento do Quadro Morfológico, inicialmente foi necessário avaliar o funcionamento de um equipamento de aquecedor solar comercialmente disponíveis no mercado brasileiro, identificando-se as funções que compõem o equipamento de aquecedor solar da água (convencional). Assim, definiu-se que são 12 funções e estão descritas na tabela 1:

Tabela 1: Funções de um Equipamento de Aquecimento Solar da Água

1. Tubulação (transportar a água)
2. Coletor de Energia Solar (captar a energia solar e aquecer a água)
3. Disposição das Flautas (geometria e distribuição)
4. Reservatório Térmico (armazenamento da água quente)
5. Revestimento Térmico Interno do Reservatório Térmico (manter temperatura)
6. Temperaturas Alcançadas (limites de temperatura)
7. Conexão
8. Fixação das Conexões e tubulações (fixar - juntar)
9. Instalação de todos os equipamentos (Instalar)
10.Tipos de Instalação dos Aquecedores (disposição aquecedores)
11.Opcionais de Instalação
12. **Sistemas de Apoio Alternativo ao Elétrico**

Após a identificação das funções que compõem o equipamento de aquecedor solar da água, pôde-se desenvolver o quadro funcional deste. Dessa forma, as funções do quadro foram dispostas linha a linha, sendo inserido o componente responsável pela execução da função. A inserção desses componentes permitiu orientar o desenvolvimento detalhado de tais funções, de modo a atribuir outras soluções para os componentes. Dessa forma, foi possível desenvolver outras soluções para o projeto, substituindo o componente usual por outro que possua a mesma função. Com isso, pode-se desenvolver um equipamento com características mais adequadas para o projeto em questão, ou seja o que promova a desinfecção solar da água para consumo humano.

A tabela 2 apresenta o Quadro Morfológico de um sistema de aquecimento solar da água. Nota-se que, foi selecionado os principais materiais utilizados no mercado brasileiro, para cada função e dessa forma pode-se identificar as soluções parciais (conhecidas ou possíveis) encontradas para um equipamento de aquecimento solar da água. Através da análise das funções, pode-se verificar que os materiais muitas das vezes, se diferem entre si em uma mesma função, principalmente em relação a durabilidade e custo. Por isso, faz-se necessário avaliar as melhores condições para cada projeto, uma vez que, cada projeto apresentará características específicas de acordo com a característica do público alvo. Para o projeto de desinfecção da água em questão, a principal característica observada é o custo/benefício do sistema.

Tabela 2: Quadro Morfológico

Parâmetros	Solução							
1. Tubulação (transportar a água)	1.1 Cobre 	11 1 0	1.2 PVC 	0 1 0	1.3 Alta Pressão 	5 1 0		
2. Coletor de Energia Solar (captar a energia solar e aquecer a água)	2.1 Caixa de alumínio + vidro 	11 3 0	2.2 Placa de Garrafa Pet e caixas de Leite 	0 0 0	2.3 Placa de PVC 	5 0 0		
3. Disposição das Flautas	3.1 Circular 	0 3 0	3.2 Retangular 	16 0 0				
4. 4. Reservatório Térmico (armazenamento da água quente)	4.1 4.1 Boyler Convencional (80 L) 	16 0 0	4.2 Alternativo: Caixa de água acrílico (80L) 	0 3 0	4.3 4.3 Alternativo: fibra de vidro (250L) 	0 0 0		
5. Revestimento Térmico Interno do Reservatório Térmico	5.1 Espumas de poliuretano 	13 3 0	5.2 Lã de vidro 	3 0 0	5.3 EPS triturado 	0 0 0		
6.Temperaturas Alcançadas	6.1 Boyler Convencional + Placa de Cobre * Min 64ºC | Máx 68ºC	11 3 0	6.2 Caixa de acrílico + placa de garrafa Pet e caixas de leite ou placa de PVC ** Min 22ºC | Máx 30ºC	4 0 0	6.3 Fibra de vidro + Placa de Cobre + Isolamento Térmico *** Min 36ºC | Máx 45ºC	0 0 0		
7. Conexão (unir os materiais)	7.1 Cobre 	12 0 0	7.2 PVC 	4 3 0				
8. Fixação das Conexões e tubulações	8.1 Solda (Cobre) 	11 0 0	8.2 Cola PVC (PVC) 	0 0 0	8.3 Braçadeiras 	5 0 0		
9. Instalação de todos os equipamentos	9.1 Padrão ABNT • Coletor solar inclinado para o norte geográfico a 20 graus para o leste; • Inclinação do coletor a 35 graus da base; • Reservatório térmico com altura mínima de 30 cm em relação à cabeceira da placa.					16 3 0		
10. Tipos de Instalação dos Aquecedores	10.1 Instalação Termossifão (Boyler acima da placa min 30 cm)	16 3 0	10.2 Circulação Forçada (Boyler abaixo da placa)	16 0 0	10.3 Sistema Solar de Alta Pressão	16 0 0		
10. Tipos de Instalação dos Aquecedores	10.1 Instalação Termossifão (Boyler acima da placa min 30 cm)	16 3 0	10.2 Circulação Forçada (Boyler abaixo da placa)	16 0 0	10.3 Sistema Solar de Alta Pressão	16 0 0		
11. Opcionais de Instalação	11.1 Timer 	12 0 1	11.2 Mostrador Digital de Temperatura 	3 3 1	11.3 Termostato Automático 	0 0 1	11.4 Válvula Anticongelante 	0 0 1	11.5 Válvula Motobomba 	0 0 1
12. Sistemas de Apoio Alternativo ao Elétrico	12.1 Sistema Auxiliar a Gás 	16 0 1	12.2 Serpentina em Fogão de Lenha 	16 3 1				

Após a elaboração e desenvolvimento do Quadro Morfológico de um sistema de aquecimento solar da água, foi possível identificar quais componentes ou parâmetros são promissores para geração do aquecimento solar da água. Com isso, pôde-se concluir que, os aspectos externos que compõem o equipamento não influenciam de maneira relevante para o aquecimento da água sendo que, as tubulações que transportam a água e a disposição das flautas são os mecanismos mais importantes para a obtenção da água aquecida. Dessa forma, verificar quais as tubulações existentes no mercado, foram os componentes mais promissores para obter um novo sistema de aquecimento solar da água, em termos de eficiência térmica. Com isso, pode-se substituir o sistema usual através da disposição das flautas, proporcionando o sucesso do projeto em questão. Baseado nessa conclusão, a próxima etapa consistiu na análise e aplicação de um sistema combinado (tubulação + disposição das flautas) de modo a se obter um sistema de aquecimento solar da água viável tanto economicamente como comercialmente, utilizando-se para tanto da metodologia do Quadro Morfológico.

Para se obter um resultado que fosse mais adequado ao projeto, desenvolveu-se o Quadro Morfológico com a análise da utilidade de cada componente. Essa nova etapa do estudo de viabilidade, permite identificar em termos comerciais, quais funções são utilizadas, e quais nunca foram utilizadas em um sistema de aquecedor solar da água. Dessa forma pôde-se definir, quais produtos podem ser obtidos analisando a utilidade de cada componente, e assim classificar esses produtos como sendo: concorrentes (já existem no mercado e são usualmente comerciais), novas soluções (começou a ser utilizado agora no mercado e existem poucos locais que comercializam) e inovações (nunca foi utilizado comercializado.) .

Para a obtenção do Quadro Morfológico com a análise da utilidade de cada componente, selecionou-se 16 indústrias brasileiras de aquecedor solar com o intuito de analisar e identificar quais materiais eram utilizados de acordo com cada função do equipamento de aquecedor solar da água na fabricação dos mesmos. Assim, pode- se verificar quais as alternativas para aquecimento

da água mais utilizadas e traçar as novas soluções e/ou inovações para aquecimento da água.

Na tabela 3, serão apresentados os mesmos Parâmetros/ Soluções apresentados na tabela 2, porém com a análise da utilidade de cada componente. O Quadro Morfológico com a análise da utilidade de cada componente apresenta todos os componentes necessários para construção de um aquecedor, porém sua grande vantagem é que cada um dos concorrentes são "desmembrados" em parâmetros comuns, o que torna muito mais fácil a visualização dos componentes necessários para construção do aquecedor solar da água e facilita a comparação entre os diversos fabricantes. Outra grande vantagem está relacionada com a possibilidade de construir diversas soluções de aquecedores através das soluções apresentadas para cada parâmetro, assim podemos multiplicar cada linha pelo total de opções de soluções nas linhas subsequentes que gera uma grande gama de soluções.

Na figura 1, foi inserida uma pequena caixa, com três opções na frente de cada solução, com três cores distintas, a primeira em verde água, consta quantos concorrentes usaram esta solução para o parâmetro da linha, na caixa seguinte, de cor amarela, são novas soluções sugeridas por esse projeto de pesquisa, e na sequência, a laranja, mostra o números de possíveis soluções inovadoras, inovações, pois não existe no mercado o uso desta solução ainda.

Figura 1: Fatores estudados: Concorrentes, Novas Soluções e Inovações

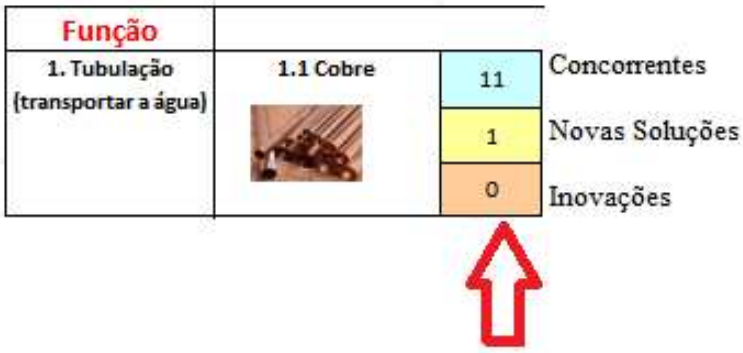


Tabela 3: Quadro Morfológico de um sistema de Aquecimento Solar da Água com a análise da utilidade de cada componente

Parâmetros	Solução											
1. Tubulação (transportar a água)	1.1 Cobre 	11 1 0	1.2 PVC 	0 1 0	1.3 Alta Pressão 	5 1 0						
2. Coletor de Energia Solar (captar a energia solar e aquecer a água)	2.1 Caixa de alumínio + vidro 	11 3 0	2.2 Placa de Garrafa Pet e caixas de Leite 	0 0 0	2.3 Placa de PVC 	5 0 0						
3. Disposição das Flautas	3.1 Circular 	0 3 0	3.2 Retangular 	16 0 0								
4. 4. Reservatório Térmico (armazenamento da água quente)	4.1 4.1 Boyler Convencional (80 L) 	16 0 0	4.2 Alternativo: Caixa de água acrílico (80L) 	0 3 0	4.3 4.3 Alternativo: fibra de vidro (250L) 	0 0 0						
5. Revestimento Térmico Interno do Reservatório Térmico	5.1 Espumas de poliuretano 	13 3 0	5.2 Lã de vidro 	3 0 0	5.3 EPS triturado 	0 0 0						
6.Temperaturas Alcançadas	6.1 Boyler Convencional + Placa de Cobre * Min 64ºC | Máx 68ºC	11 3 0	6.2 Caixa de acrílico + placa de garrafa Pet e caixas de leite ou placa de PVC ** Min 22ºC | Máx 30ºC	4 0 0	6.3 Fibra de vidro + Placa de Cobre + Isolamento Térmico *** Min 36ºC | Máx 45ºC	0 0 0						
7. Conexão (unir os materiais)	7.1 Cobre 	12 0 0	7.2 PVC 	4 3 0								
8. Fixação das Conexões e tubulações	8.1 Solda (Cobre) 	11 0 0	8.2 Cola PVC (PVC) 	0 0 0	8.3 Braçadeiras 	5 0 0						
9. Instalação de todos os equipamentos	9.1 Padrão ABNT • Coletor solar inclinado para o norte geográfico a 20 graus para o leste; • Inclinação do coletor a 35 graus da base; • Reservatório térmico com altura mínima de 30 cm em relação à cabeceira da placa.					16 3 0						
10. Tipos de Instalação dos Aquecedores	10.1 Instalação Termossifão (Boyler acima da placa min 30 cm)	16 3 0	10.2 Circulação Forçada (Boyler abaixo da placa)	16 0 0	10.3 Sistema Solar de Alta Pressão	16 0 0						
10. Tipos de Instalação dos Aquecedores	10.1 Instalação Termossifão (Boyler acima da placa min 30 cm)	16 3 0	10.2 Circulação Forçada (Boyler abaixo da placa)	16 0 0	10.3 Sistema Solar de Alta Pressão	16 0 0						
11. Opcionais de Instalação	11.1 Timer 	12 0 1	11.2 Mostrador Digital de Temperatura 	3 3 1	11.3 Termostato Automático 	0 0 1	11.4 Válvula Anticongelante 	0 0 1	11.5 Válvula Motobomba 	0 0 1		
12. Sistemas de Apoio Alternativo ao Elétrico	12.1 Sistema Auxiliar a Gás 	16 0 1	12.2 Serpentina em Fogão de Lenha 	16 3 1								

* Valores obtidos da dissertação de mestrado de Danielle Gonlçalves Rodrigues, UNICAMP 2011.
** Valores obtidos da dissertação de mestrado de Danielle Gonlçalves Rodrigues, UNICAMP 2011.
*** Valores obtidos no artigo de Souza et al 2006.

	Concorrentes
	Novas soluções
	Invações

Assim, de acordo com a proposta do projeto de pasteurização solar da água, a tabela 6 mostra os itens do equipamento de pasteurização solar da água definido.

Parâmetro	Componente	Parâmetro	Componente
1. Tubulação (transportar a água)	**Mangueira de Alta Pressão** 	**6. Conexão** (unir os materiais)	**PVC** 
2. Coletor de Energia Solar (captar a energia solar e aquecer a água)	**Caixa de alumínio + vidro** 	**7. Fixação das Conexões e tubulações**	**Cola PVC (PVC) e Braçadeira**  
3.Disposição das flautas	**Circular** 	**8.Instalação de todos os equipamentos**	• Coletor solar inclinado para o norte geográfico a 20 graus para o leste; • Inclinação do coletor a 35 graus da base; • Reservatório térmico com altura mínima de 30 cm em relação à cabeceira da placa.
4. Reservatório Térmico (armazenamento da água quente)	**Alternativo: Caixa de água acrílico (80L)** 	**9. Tipos de Instalação dos Aquecedores**	**Instalação Termossifão** (Boyler acima da placa (min 30 cm)
5. Revestimento Térmico Interno do Reservatório Térmico	**Não Aplicável**	**10. Opcionais na Instalação**	**Timer e Mostrador Digital de Temperatura**  

Tabela 6: Itens do Equipamento de Pasteurização Solar da Água
Equipamentos de desinfecção solar da água definidos a partir da metodologia do Quadro Morfológico

Após a utilização da metodologia de projeto, para a verificação do estudo de viabilidade do sistema de desinfecção solar da água, utilizando-se o Quadro Morfológico para tanto e definiu-se 2 equipamentos de desinfecção solar alternativo para ser utilizado em pequenas comunidades. Definiu-se 2 equipamentos devido a condições climáticas de cada região uma vez que, um equipamento possui sistema de estufa e o outro não . A tabela 7 apresenta a descrição dos equipamentos utilizados no sistema.

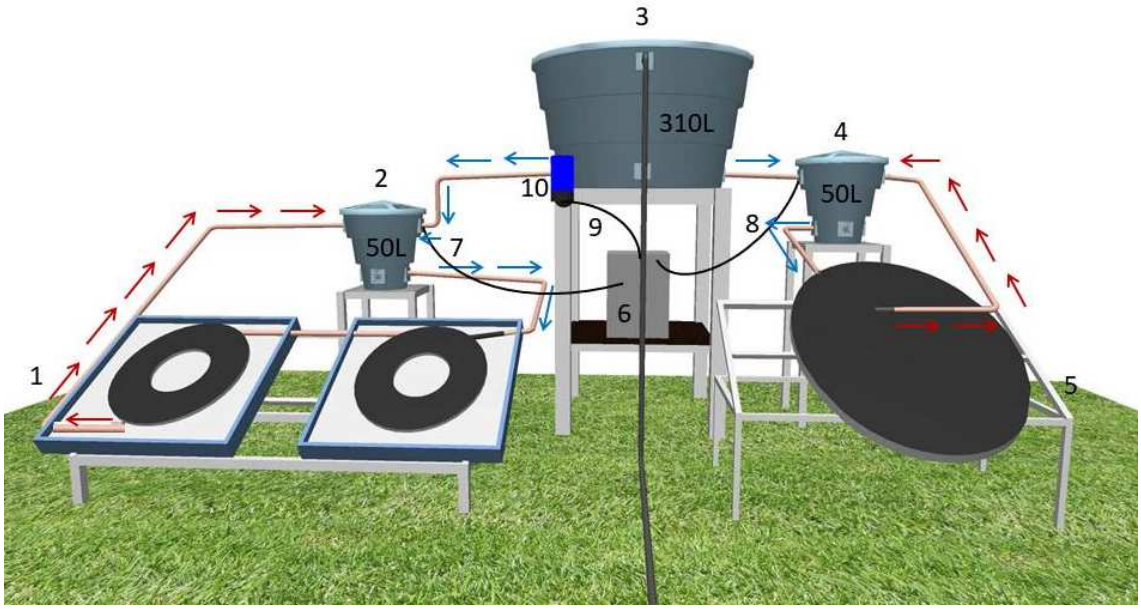
A tabela 7: Descrição dos equipamentos utilizados no sistema de pasteurização solar.

Descrição do Equipamento 1	**Descrição do Equipamento 2**
❖ Reservatório Térmico de 50 L; ❖ Tubulação de mangueira de alta pressão com proteção UV com 100 M de comprimento sendo distribuído 50 M de mangueira em cada coletor solar. Diâmetro da tubulação: ¾; ❖ 2 Coletor solar de alumínio + placa de vidro com dimensões de 1,00 M X1,00M. ❖ Inclinação do Equipamento : 30 graus;	❖ Reservatório Térmico de 50 L; ❖ Tubulação de mangueira de alta pressão com proteção UV com 100 M de comprimento. Diâmetro da tubulação: ¾; O Diâmetro correspondente a tubulação circular instalada é de 1,10 M. ❖ Sem coletor solar; ❖ Inclinação do Equipamento : 30 graus;

A figura 2 apresenta as características do equipamento utilizado para desinfecção solar da água**.** Optou-se por trabalhar com o sistema termosifão devido a economia energética que esse sistema oferece. Dessa forma observa-

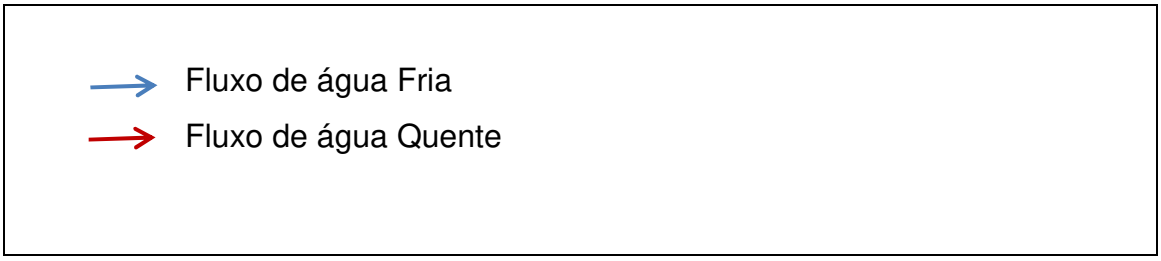
se que as setas de cores azuis correspondem a água fria antes de passar pelo tratamento, e as setas vermelhas as que passaram pelo sistema e agora estão quentes. Esse movimento contínuo funcionando por mais de 10 horas por dia permite que a água alcance uma temperatura que promova a redução de micro-organismos presente na água para consumo humano.

Figura 2: Sistema de Pasteurização Solar da Água



Legenda

1. Equipamento 1: Pasteurizador Solar da Água Com coletor de alumínio +Vidro.
2. Reservatório Térmico de 50 L do Equipamento 1.
3. Caixa de abastecimento de água de 310 L dos equipamentos 1 e 2.
4. Reservatório Térmico de 50 L do Equipamento 1.
5. Equipamento 2 :de Pasteurizador Solar da água Sem coletor Solar.
6. Sistema de aquisição de dados LabView.
7. Sensor de temperatura do Equipamento1.
8. Sensor de temperatura do Equipamento 2.
9. Sensor de radiação utilizado no Sistema.
10. Lâmpada UV.



Ambos os equipamentos foram confeccionados e instalados no campo experimental da faculdade de engenharia agrícola da Unicamp.

CONCLUSÃO

A utilização da ferramenta metodológica Quadro Morfológico foi de fundamental importância para a definição dos equipamentos de desinfecção solar alternativos proposto neste trabalho. Pois este garante uma visualização gráfica das diversas soluções alternativas e melhor uso de materiais para o desenvolvimento otimizado da proposta. Essa ferramenta se mostrou um método eficiente, simples e seguro.

Os materiais propostos pelos equipamentos para desinfecção solar da água apresentados neste trabalho são de fácil obtenção, apresentam alta durabilidade e fácil operação e manutenção. Assim garantindo, a viabilidade de construção da proposta em qualquer região do país e dispensando o uso de mão de obra especializada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, Carlos Henrique. **Estudo do processo de desinfecção de água via energia solar utilizando um reator experimental.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos – Universidade Tiradentes, 2008.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto; guia prático para o desenvolvimento de novos produtos.** São Paulo: Edgard Blucher, 1998, 261 p

DELGADO NETO, G, G. **Uma contribuição à metodologia de projeto para o desenvolvimento de jogos e brinquedos infantis.** Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas- Faculdade de Engenharia Mecânica 2005.

GLEICK, P. H. **Dirty Water: Estimated Deaths from Water-** Related Diseases 2000–2020; Pacific Institute: Oakland, CA, 2002.

RODRIGUES, D, G. **Desinfecção da Água por Pasteurização Solar (SOPAS) em Comunidades Rurais.** Dissertação Mestrado- Feagri- Unicamp 2011.

SOUSA, J. T. de et al. **Efluentes tratados utilizados na agricultura**. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Curitiba-PR, Brasil, p.1-12, 2003.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 12.ed., São Paulo: Atlas, 2009. 750p. **658.802 K88a**

PAHL, G.; et. al. **Projeto na engenharia**: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos de aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2009. 412p. **620 P151p**

PRÜSS, Annette; Kay,David; Fewtrell,Lorna; Bartram, Jamie**. Estimating the Burden of Disease from Water, Sanitation, and Hygiene at a Global Level.** Environmental Health Perspectives, volume 110 , número 5, 2002.

ROZENFELD, H.; et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2009. 542 p. 658.575 R813g