

Limpador de painéis fotovoltaicos

Apresentação Final – 2018.1

EMC 6605 - Projeto Conceitual

Artur Back de Luca

Eduardo Lopes Ribeiro

Raphael Odebrecht de Souza

Agenda

1.

Planejamento do
produto

2.

Planejamento do
projeto

3.

Projeto Informacional

4.

Projeto Conceitual

1.

Planejamento do produto

4.

Planejamento do
produto

Planejamento do
projeto

Projeto Informacional

Projeto Conceitual

Motivação

BERGIN et. al (2017)

“Os resultados indicam que a produção de energia é reduzida em 17 à 25% devido ao acúmulo de partículas atmosféricas nas placas solares”

SULAIMAN et. al (2014)

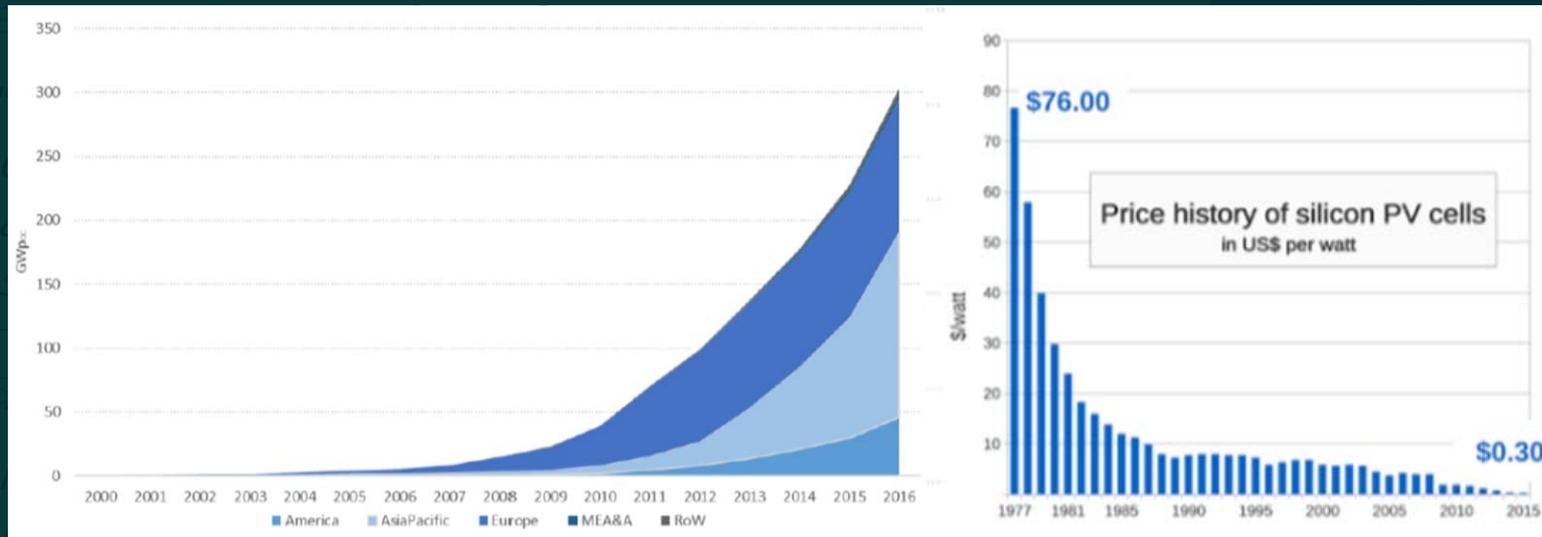
*“Os diferentes materiais obstrutores influenciam diretamente a eficiência de produção das placas solares, **reduzindo em até 86%** o desempenho, causado pelo acúmulo de musgo.”*



Motivação

5% = 15GWp → Itaipu

20% = 60GWp



Wp: Watt-pico

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

Bloomberg New Energy Finance

Porque usinas solares?

Uma pesquisa foi realizada na Califórnia por 145 dias consecutivos sem chuvas em residências

A perda de eficiência média foi de 7,4%;

Mostrou que o custo médio para limpar as placas solares em residências era maior do que sua perda de eficiência.

Motivação

Brasil – Bom Jesus da Lapa



BERGIN et. al (2017)

"Os resultados indicam que a energia é reduzida e o acúmulo de partículas solares"

SUI AIMAN et. al (2011)

"Os diferentes materiais influenciam diretamente a produção das placas até 86% o desempenho devido ao acúmulo de musgo."

500k painéis fotovoltaicos
158 MWp

Escopo do produto

Desenvolver um sistema automatizado de limpeza de placas fotovoltaicas em série para usinas solares

Soluções existentes

Limpeza convencional

Utiliza-se água pura ou uma mistura com sabão neutro, para evitar manchas;

Auxiliado com uma escova de cerdas macias.



Kärcher Solar

Utilizado em conjunto com um sistema de bombeamento de água;

Utiliza de 1100L/h a 1300L/h de água;

Utiliza duas escovas contra rotativas;

Pesa 7Kg;

Não utiliza sabão.



Ecoppia E4

Segundo seus fabricantes,
limpa 99% da sujeira;

Não utiliza água;

Software que utiliza
inteligência artificial e
informações da previsão do
tempo para funcionar;

É movido a energia solar.



hyCLEANER

É um sistema guiado por controle remoto;

Pode utilizar água para a limpeza;

Possui cerdas para auxiliar a retirada de sujeira.



Patentes

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

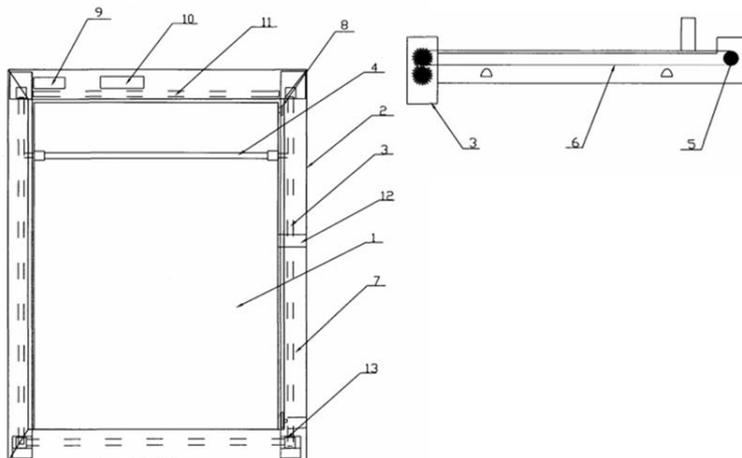


[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820083778.3

[45] 授权公告日 2008年9月3日

[11] 授权公告号 CN 201111305Y



Patentes

(19)中华人民共和国国家知识产权局



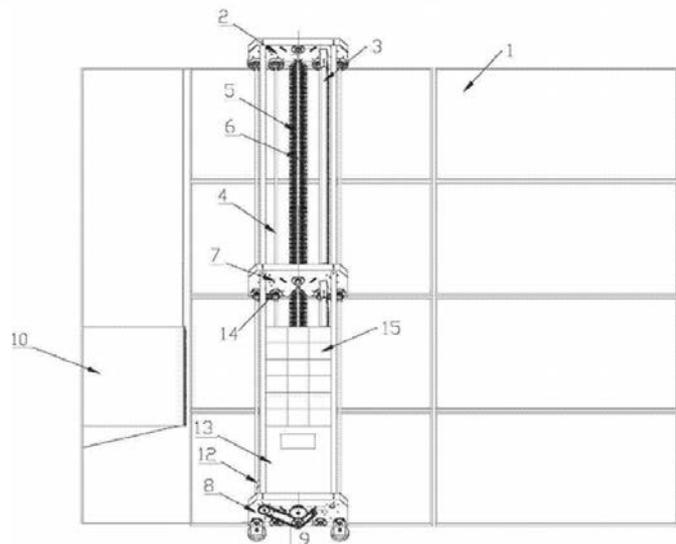
(12)实用新型专利



(10)授权公告号 CN 205797843 U

(45)授权公告日 2016.12.14

(21)申请号 201620702313.6



Patentes

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



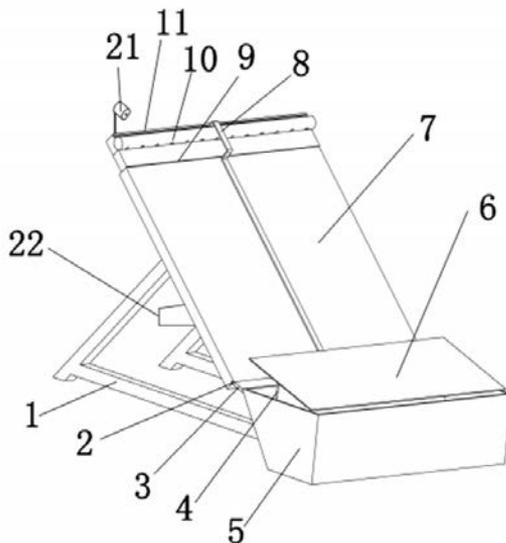
(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202516814 U

(45) 授权公告日 2012.11.07

(21) 申请号 201220112798.5

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利



2.

Planejamento do projeto

1.

2.

3.

4.

Planejamento do
produto

Planejamento do
projeto

Projeto Informacional

Projeto Conceitual

Formalização

DECLARAÇÃO DE ESCOPO

TEMA

Limpeza de painéis solares fotovoltaicos

PROJETO

Equipamento/dispositivo para limpeza de painéis fotovoltaicos

EQUIPE

Artur, Eduardo, Raphael

OBJETIVO DO PROJETO

Desenvolver um equipamento/dispositivo para limpar de forma automatizada os painéis fotovoltaicos

JUSTIFICATIVA

A perda de eficiência energética causada pela sujeira em painéis fotovoltaicos varia entre 5% a 20%

	1.2	Idealização					
			1.2.01	Geração de ideias	x	x	x
			1.2.02	Avaliação e seleção	x	x	x
			1.2.03	Caracterização das ideias	x	x	x
2	Projeto Informacional						
	2.1	Estudo de Mercado					
			2.1.01	Definição do ciclo de vida e usuários	x		
			2.1.02	Pesquisa de patentes do projeto		x	
			2.1.03	Pesquisa de normas			x
			2.1.04	Obtenção das necessidades dos usuários do produto			x
	2.2	Casa da qualidade					
			2.2.01	Transformação em requisitos de usuário	x	x	
			2.2.02	Transformação em requisitos de projeto	x		x
			2.2.03	Definição das especificações do projeto	x	x	x
3	Projeto Conceitual						
	3.1	Estrutura funcional					
			3.1.01	Definição da função global	x		
			3.1.02	Definição da estrutura de funções		x	
	3.2	Matriz Morfológica					
			3.2.01	Síntese da Matriz Morfológica			x
	3.3	Seleção da concepção					
			3.3.01	Síntese e avaliação de concepções	x	x	x
4	Projeto Preliminar						
	4.1	Leiaute inicial do produto					x

Cronograma

Cronograma									
Código	Atividades	Início	Fim	Semana do ano					
				11	12	13	14	15	16
1.1.01	Estudo de mercado	12/03/2018	15/03/2018						
1.1.02	Síntese do mapa tecnológico	13/03/2018	15/03/2018						
1.2.01	Geração de ideias	15/03/2018	20/03/2018						
1.2.02	Avaliação e seleção	20/03/2018	21/03/2018						
1.2.03	Caracterização das ideias	20/03/2018	21/03/2018						
2.1.01	Definição do ciclo de vida e usuários	22/03/2018	25/03/2018						
2.1.02	Pesquisa de patentes do projeto	23/03/2018	27/03/2018						
2.1.03	Pesquisa de normas	25/03/2018	27/03/2018						
2.1.04	Obtenção das necessidades dos usuários do produto	27/03/2018	01/04/2018						
2.2.01	Transformação em requisitos de usuário	01/04/2018	03/04/2018						
2.2.02	Transformação em requisitos de projeto	01/03/2018	03/04/2018						
2.2.03	Definição das especificações do projeto	03/04/2018	06/04/2018						
3.1.01	Definição da função global	07/04/2018	12/04/2018						
3.1.02	Definição da estrutura de funções	11/04/2018	15/04/2018						
3.2.01	Síntese da Matriz Morfológica	15/04/2018	20/04/2018						
3.3.01	Síntese e avaliação de concepções	20/04/2018	23/04/2018						

Agenda

1.

Planejamento do
produto

2.

Planejamento do
projeto

3.

Projeto informacional

4.

5.

Projeto Informacional

Projeto Conceitual

Definição do ciclo de vida

Classificação	Categoria	<i>Stakeholder</i>
Produção	Manufatura	Operários
	Vendas	Vendedores
	Entrega	Transportadores
Uso	Instalação	Operários de instalação
	Utilização	Usina solar
	Suporte	Operários de manutenção
Fim da vida-útil	Remoção	Operários de manutenção
	Descarte	Recicladores



Elicitação das Necessidades de Usuário

Inicialmente levantadas pelos próprios executores do projeto:

Os componentes internos do painel solar devem ser protegidos durante a atuação do sistema;

O equipamento de limpeza deve ser duradouro;

O equipamento deve apresentar peças de fácil reposição;

O produto não deve ser muito pesado.



Elicitação das Necessidades de Usuário

Conversa com o Engenheiro Romualdo Rossato

Gerente Regional de manutenção da ENGIE na Usina Jorge Lacerda

Conclusão:

O equipamento Não se utilizam sistemas de limpeza atualmente devido a eficácia do regime de chuvas

Projeto Cidade Azul: 19.424 painéis



Definição dos requisitos de usuário

Classificação	Categoria	Definição	Stakeholder	Requisitos
Produção	Manufatura	Usuários envolvidos na produção do produto	Operários	Ser de fácil montagem Ser leve Não oferecer risco ao operador
	Vendas	Usuários envolvidos na venda do produto	Vendedores	Ter boa relação custo/benefício
	Entrega	Usuários envolvidos no transporte do produto da empresa ao utilizador	Transportadores	Ser facilmente transportado Ser leve
Uso	Instalação	Usuários que irão instalar o produto	Operários de instalação	Ser de fácil montagem e operação
	Utilização	Usuários que utilizarão o produto	Usina solar	Ser de fácil operação Ter baixo custo de aquisição e manutenção Ser rápido na limpeza Não apresentar riscos
	Suporte	Usuários que estarão envolvidos na assistência em caso de problemas de manutenção e segurança	Operários de manutenção	Ser de fácil manutenção Não apresentar risco ao operador
Fim da vida-útil	Remoção	Usuários envolvidos na retirada do produto	Operários de manutenção	Ser leve
	Descarte	Usuários envolvidos na desmontagem e reciclagem dos componentes do produto	Recicladores	Não oferecer risco de corte e contaminação química

Definição dos requisitos de usuário

Requisitos de usuário

Ser de fácil montagem

Ser leve

Não oferecer risco ao operador

Ter boa relação custo/benefício

Ser facilmente transportado

Ter alta confiabilidade

Ser rápido na limpeza

Ser de fácil manutenção

Não oferecer risco químico

Definição dos requisitos de projeto

Requisitos de projeto

Número de peças

Quantidade de elementos normatizados

Peso

Quantidade de mecanismos de proteção

Custo

Volume ocupado

Tempo de limpeza

Taxas de falha

Quantidade de materiais recicláveis

Definição das especificações do projeto e metas

Especificações		Meta	Medição	Risco de não atendimento
Peso	16%	10 kg	Balança	Danificação das placas solares
Quantidade de mecanismos de proteção	15%	2	Listagem de componentes	Risco ao operador
Custo	14%	R\$ 3.000	Orçamento	Rejeição do mercado
Volume ocupado	12%	1,4 m ²	Trena	Não poder ser acoplado ao painel solar
Tempo de limpeza	11%	30 s/placa	Cronoanálise	Rejeição do mercado
Número de peças	11%	227	Listagem de componentes	Custo elevado de montagem, tempo elevado de montagem
Quantidade de elementos normatizados	11%	150	Listagem de componentes	Custo elevado de manutenção e produção
Taxas de falha	6%	Mínimo	Contagem	Rejeição do mercado
Quantidade de materiais recicláveis	2%	75%	Listagem de componentes	Impacto ambiental

Agenda

1.

Planejamento do
produto

2.

Planejamento do
projeto

4.

Projeto Conceitual

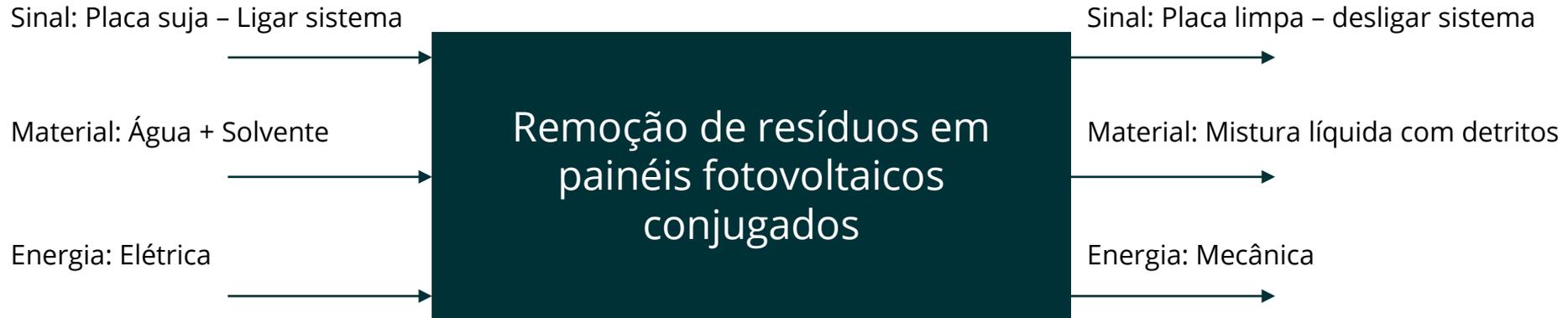
3.

Projeto Informacional

4.

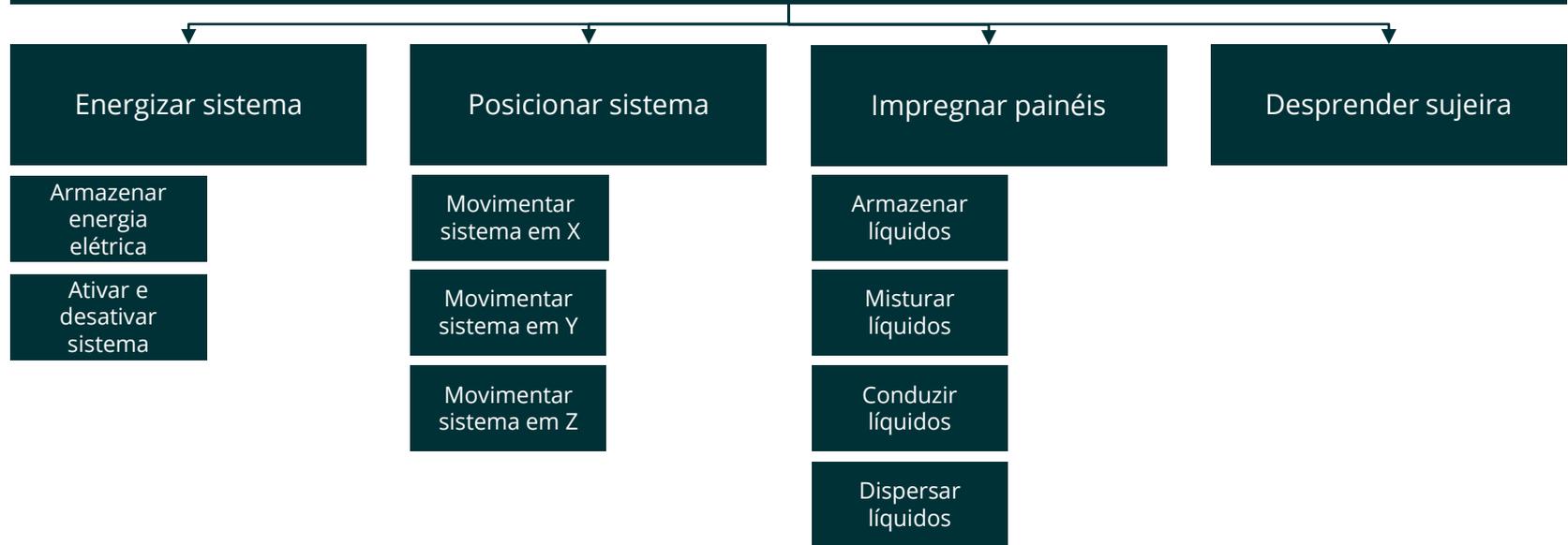
Projeto Conceitual

Síntese da função global do produto

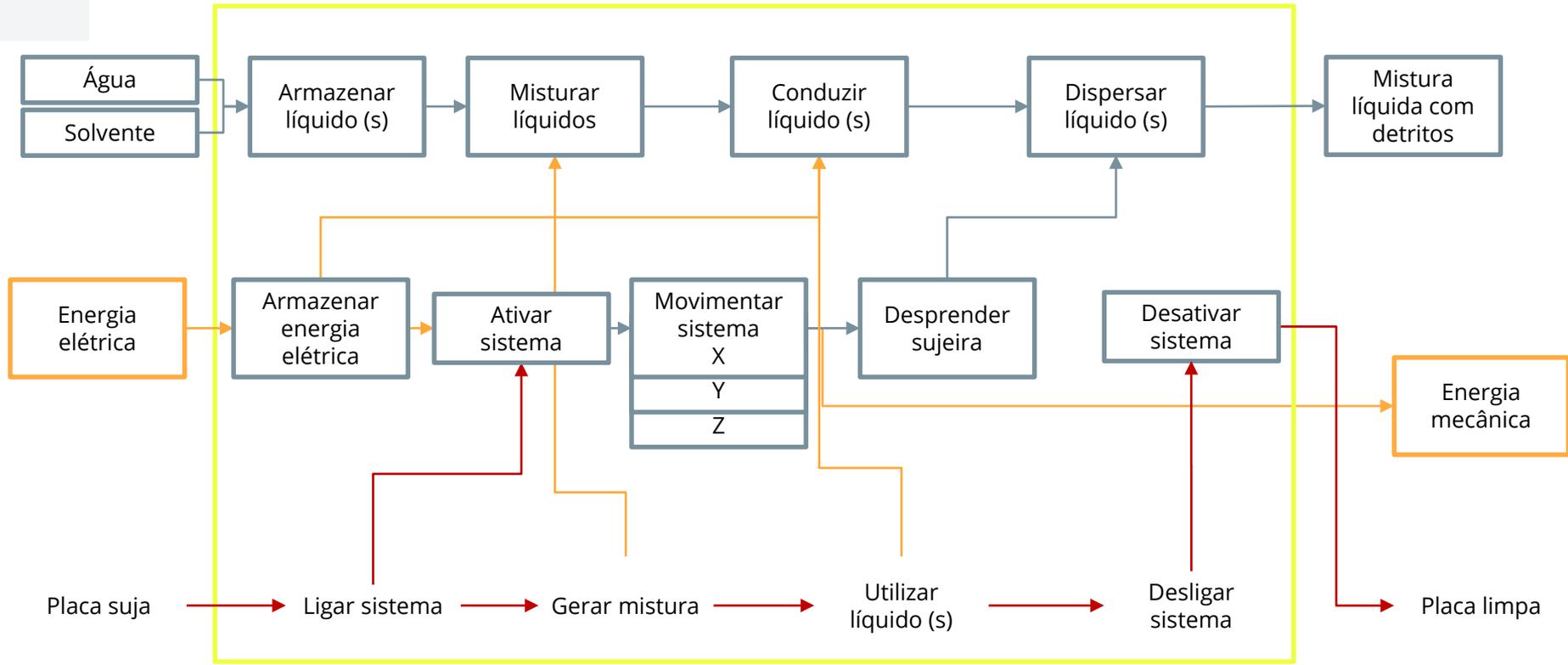


Síntese da estrutura de funções

Remoção de resíduos em painéis fotovoltaicos conjugados



Síntese da estrutura de funções



Matriz morfológica

Funções Elementares	Princípios de Solução									
Armazenar energia elétrica	Baterias	Rede de energia do parque	Painel fotovoltaico próprio	Motor combustão próprio						
										
Armazenar líquidos	Reservatório no dispositivo	Fonte externa para o sistema	Captação da chuva	Utilização da chuva						
										
Conduzir líquidos	Tubos	Bomba submersa	Bomba de sucção	Pressão do próprio sistema	Bomba de propulsão					
										
Misturar líquidos	Agitador mecânico	Misturador por pressão (tipo pistola tinta)	Canalização em Y							
										

Matriz morfológica

Funções Elementares	Princípios de Solução										
Dispersar líquidos	Dispensar pluma	Tubulação com furos superiores	Jato laminado de água	Jato com deslocamento angular							
											
Desprender sujeira	Escova rotativa	Escova linear	Limpador de para brisa	Jato de alta pressão	Ondas sonoras	Filtro	Vibração	Ar comprimido	Eletricidade estática	Efeito Lottus	Aspiração
											
Ligar/desligar sistema	Interruptor	Sistema com IA	Sistema com previsão do tempo	Temporizador	Temporizador (diurno/noturno)						
											
Posicionar sistema X	Hélice	Manualmente	Veículo	Trilho guiado	Correias/Polia	Correntes	Braço Robótico				
											

Matriz morfológica

Funções Elementares	Princípios de Solução										
Ligar/desligar sistema	Interruptor	Sistema com IA	Sistema com previsão do tempo	Temporizador	Temporizador (diurno/noturno)						
											
Posicionar sistema X	Hélice	Manualmente	Veículo	Trilho guiado	Correias/Polia	Correntes	Braço Robótico				
											
Posicionar sistema Y	Hélice	Manualmente	Veículo	Trilho guiado	Correias/Polia	Correntes	Braço Robótico				
											
Posicionar sistema Z	hélice	Manualmente	Veículo	Trilho guiado	Correias/Polia	Correntes	Braço Robótico				
											

Geração de concepções

12

Concepções
geradas

7

Concepções
Eliminadas

5

Concepções
comparadas

Utilização da matriz de Pugh

Geração de concepções

Funções Elementares	Concepções				
	1	2	3	4	5
Armazenar energia elétrica	Rede de energia do parque	Baterias	Baterias	Painel fotovoltaico próprio	Rede de energia do parque
Armazenar líquidos	Fonte externa para o sistema	Fonte externa para o sistema	Reservatório no dispositivo	Reservatório no dispositivo	Fonte externa para o sistema
Conduzir líquidos	Pressão do próprio sistema	Bomba de sucção	Bomba submersa	Bomba submersa	Bomba de propulsão
Misturar líquidos	Canalização em Y	Agitador mecânico	Misturador por pressão (tipo pistola tinta)	Misturador por pressão (tipo pistola tinta)	Canalização em Y
Dispersar líquidos	Tubulação com furos superiores	Jato com deslocamento angular	Dispersos em névoa	Jato laminado de água	Jato laminado de água
Desprender sujeira	Efeito Lottus	Jato de alta pressão	Jato de alta pressão	Jato de alta pressão	Escova rotativa e palheta de para-brisas
Ligar/desligar sistema	Temporizador (diurno/noturno)	Interruptor	Temporizador	Interruptor	Interruptor
Posicionar sistema X	-	Hélice	Correias/polia	Trilho guiado	Trilho guiado
Posicionar sistema Y	-	Hélice	Correias/polia	Trilho guiado	-
Posicionar sistema Z	-	Hélice	-	-	-

Matriz de Pugh

Requisitos de usuários	Pesos	Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3	Concepção 4	Concepção 5
Número de Peças	1	1	-1	-	-	-
Quantidade de elementos normalizados	2	-	-	-	-	-
Peso	5	-	-1	-	-	-
Quantidade de elementos de proteção	4	-	1	1	-	-
Custo	3	1	-1	-	-	-
Volume ocupado	2	-1	-1	-	-	-
Eficiência	5	-1	-1	-1	-1	-1
Taxas de falha	3	-	-1	-	-	-
Quantidade de materiais recicláveis	1	-1	-1	-	-	-
Total		-4	-16	-1	-1	-

Referência

Concepção escolhida



Utilização da própria energia da usina



Reservatórios de líquidos externos ao sistema



Bombeamento de propulsão de líquidos



Canalização em Y para a mistura dos líquidos



Utilização de um jato laminado de líquido



Escova rotativa e palheta de para-brisas



Interruptor para ativar e desativar o sistema



Trilho guiado ao longo das placas

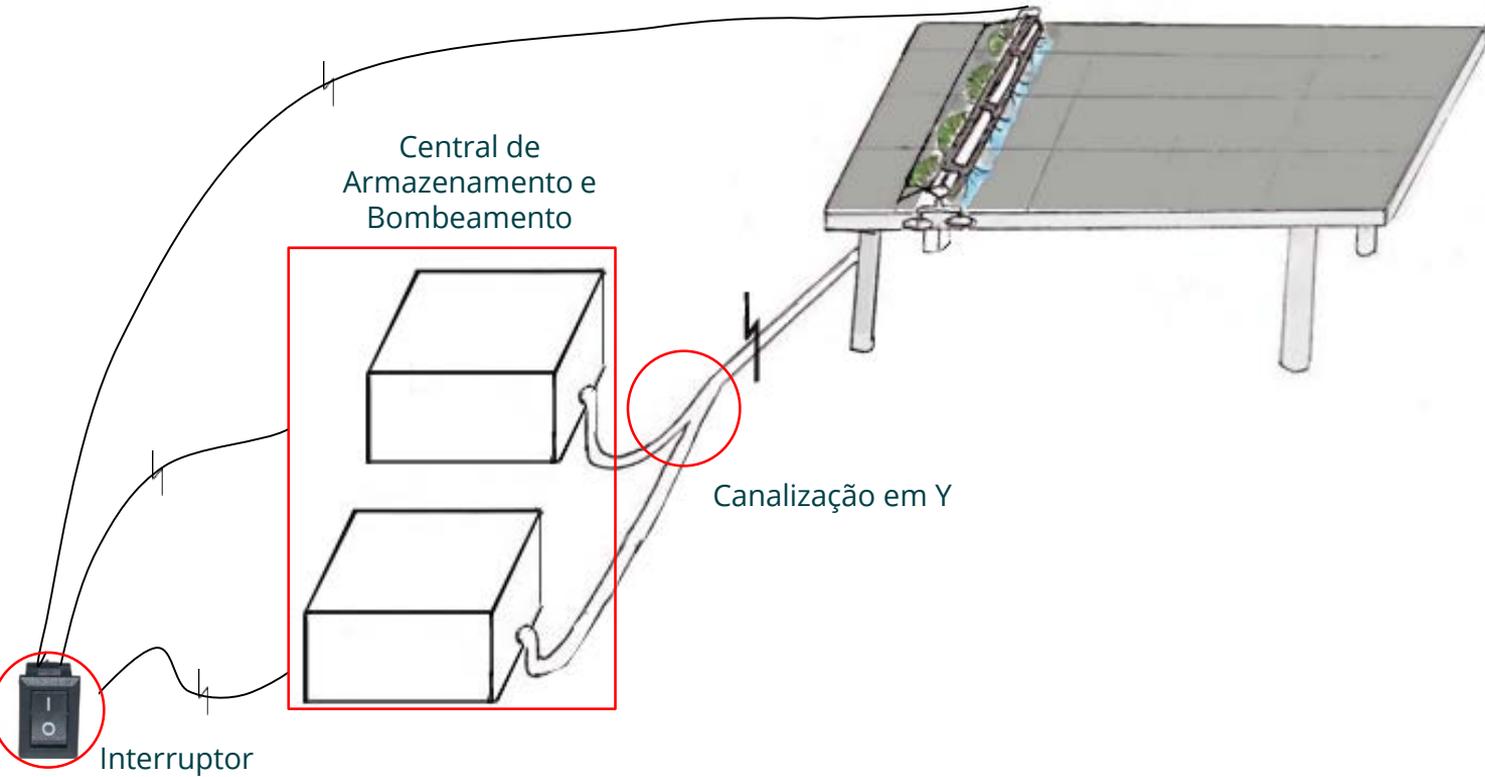


Sistema fixo na direção Y



Sistema fixo na direção Z

Concepção escolhida

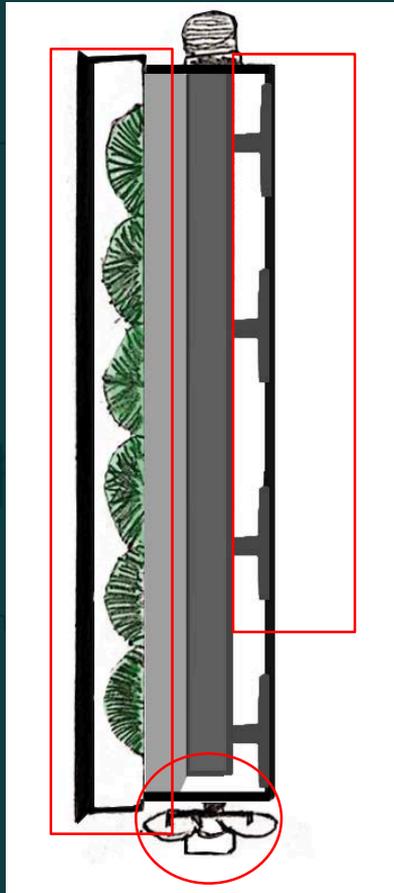


Concepção escolhida

Central de Armazenamento e Bombeamento

Cerdas circulares e palheta de para-brisa

Interruptor



Dispersores de lâmina de água

Trilho guiado com um motor elétrico

Obrigado

Dúvidas?