

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA ARMAZENAMENTO HÍDRICO: CONTRIBUIÇÕES DA ENGENHARIA PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA NA AGRICULTURA**

Marcos Dos Santos <sup>\*1</sup>, Fábio Lima da Silva<sup>1</sup>, Marcone Freitas dos Reis<sup>2</sup>, Rubens Aguiar Walker<sup>3</sup>; Renato Santiago Quintal <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro-RJ.

<sup>2</sup> Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ.

<sup>3</sup> Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ. (in memoriam)

<sup>4</sup>Escola Naval, Rio de Janeiro-RJ.

\*E-mail: marcosdossantos\_doutorado\_uff@yahoo.com.br

Recebido em:22/07/2021

Aceito em:26/12/2021

**RESUMO**

A irrigação é uma tecnologia importante para a agricultura, uma vez que contribui com a produtividade agrícola em diferentes épocas do ano. Trata-se de uma técnica que foi desenvolvida para suprir as necessidades hídricas da cultura devido à falta de água ou à má distribuição de água das chuvas, demandando água de boa qualidade. Em grandes projetos, há a necessidade de obras de regularização de vazões, interferindo no regime fluvial e no meio ambiente. Como resultado do emprego predominante de técnicas ineficientes de irrigação, ocorrem significativas perdas de insumos. Visando um melhor gerenciamento dos recursos para a irrigação, em especial em regiões impactadas pela estiagem, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta para a redução de custos e aumento da produtividade em uma operação de irrigação, por intermédio da representação de um modelo de armazenamento hídrico e de controle de umidade. Foi empreendida uma análise por meio do método Diagrama de causa e efeito - Método Ishikawa - para investigar possíveis problemas. Adicionalmente, foi empregado o Método dos “5 por quês” para identificar as causas raízes dos possíveis problemas.

**Palavras-chave:** Agricultura. Irrigação. Sustentabilidade.

**1 Introdução**

A preservação dos recursos hídricos é primordial a fim de que se mantenha um montante necessário ao consumo humano, à agricultura e à indústria, bem como para o suprimento das demandas naturais dos ecossistemas. Isto é possível pela adaptação das atividades antrópicas aos limites da capacidade da natureza e pela compreensão acerca da necessidade de otimização do emprego da água pelos setores produtivos [1].

O entendimento da situação e a gestão das águas são circunstâncias essenciais para o desenvolvimento econômico,

principalmente em países cuja matriz energética encontra-se alicerçada na hidroeletricidade, como é o caso do Brasil; ademais, a água é matéria-prima fundamental em diversos processos produtivos. A segurança dos recursos hídricos é um aspecto suplementar a ser considerado no planejamento dos futuros sistemas energéticos [2].

Em termos globais o Brasil possui grande oferta de água. Esse recurso natural, entretanto, encontra-se distribuído de maneira heterogênea no território nacional. Passam pelo território brasileiro em média cerca de 260.000 m<sup>3</sup>/s de água, dos quais 205.000 m<sup>3</sup>/s estão localizados na bacia do rio

Amazonas, restando para a parcela remanescente do território 55.000 m<sup>3</sup>/s de vazão média [3].

Em regiões afetadas pela escassez contínua de água, como o semiárido brasileiro, a irrigação é fundamental, ou seja, uma parte importante da agricultura só se viabiliza mediante a aplicação artificial de água. Em regiões atingidas por escassez de água em períodos específicos do ano, como na região central do País, nos meses de maio e setembro, diversas culturas viabilizam-se apenas com a aplicação suplementar de água nesse período, embora a produção possa ser realizada normalmente no período chuvoso.

A agricultura irrigada durante anos vem utilizando consideráveis quantidades de água doce em seus processos e operações agropecuários a fim de alcançar a produtividade necessária. Trata-se de um aspecto que desperta uma grande preocupação com a existência ou não de disponibilidade hídrica para a atividade. Tal preocupação com o uso da água deve-se ao fato de que a agricultura é, de longe, o maior usuário em âmbito mundial de água, representando, em média, 70% da demanda, contra 23% da indústria e 7% do abastecimento humano. Em países em desenvolvimento, a parcela utilizada pelo setor agrícola é ainda maior, alcançando os 80%, tanto por causa do alto consumo inerente à atividade, quanto pelo emprego predominante de técnicas ineficientes de irrigação [4].

A maioria dos países tem conhecimento dos próprios problemas de disponibilidade e uso dos recursos naturais; no entanto, há muitas dificuldades para a aplicação de tecnologias em grande escala, para resolver ou evitar problemas e para estabelecer programas de preservação desses recursos. Sabe-se que, na maioria dos países e no seio da comunidade tecnológica, as melhores práticas de irrigação são aquelas que almejam o uso mais eficiente da água, com base no emprego consuntivo das culturas com programação da irrigação, evitando a salinização e a erosão dos solos. Não se sabe, porém, como estruturar e implementar procedimentos eficientes para socializar o conhecimento disponível entre os usuários da água e assegurar a aplicação contínua de práticas que conduzam a uma agricultura sustentável. Nesse contexto, a dificuldade decorre principalmente da habilidade, da experiência e do nível educacional do produtor [5].

Em função de algumas regiões do País necessitarem de mais irrigação devido à seca e às estiagens, quando se verificam a escassez de água e a ocorrência de perdas desse recurso natural para o subsolo pela carência de técnicas capazes de minimizar esse desperdício, foi apresentada uma proposta para a redução de custos e aumento da produtividade em uma operação de irrigação, por intermédio da representação de um modelo de armazenamento hídrico e de controle de umidade.

A proposta teve por objetivo racionalizar o uso da água e da energia na agricultura, por intermédio de um modelo de armazenamento hídrico e de controle de umidade. Trata-se de uma estrutura composta por uma caixa de armazenamento sem tampa, confeccionada com polímero plástico e preenchida com espuma de poliuretano, contemplando um sistema de medição de umidade. Consiste de um modelo que, futuramente, poderá resultar em um produto a ser comercializado pela iniciativa privada ou a ser distribuído pelo governo a pequenos produtores rurais.

O funcionamento baseou-se em um processo no qual a água a ser empregada na irrigação foi despejada sobre a plantação; a parcela que não foi absorvida se infiltrou no solo e parte dela ficou armazenada na caixa, contendo a infiltração total e mantendo o solo úmido por mais tempo. Dessa forma, a frequência das irrigações diminuiu e houve o controle da quantidade de água necessária para cada tipo de plantação por intermédio do dispositivo de medição de umidade. Com o advento do sistema proposto, foi mitigada a perda de água, com o escoamento superficial e com a infiltração profunda. Outrossim, faz-se necessário registrar a contribuição do modelo para o aperfeiçoamento do processo de irrigação, a partir do maior controle da água e da diminuição dos insumos e dos custos envolvidos.

## 2 Aspectos conceituais atrelados ao uso racional da água

### 2.1 Sustentabilidade

As diversas definições, enfoques e visões de sustentabilidade apresentam contradições e ambiguidades, às vezes, irreconciliáveis, principalmente no que se refere à questão do desenvolvimento sustentável. A semântica da palavra é empregada no sentido de progresso e há tensão entre

crescimento econômico ilimitado e a finitude dos recursos ambientais. Existem duas correntes com enfoques distintos: a eco tecnocrático ou economia verde; e a eco social e pessimista [6].

Sustentabilidade seria fruto de um movimento histórico recente que passa a questionar a sociedade industrial enquanto modo de desenvolvimento. Seria o conceito síntese desta sociedade cujo modelo se mostra esgotado. A sustentabilidade pode ser considerada um conceito importado da ecologia, mas cuja operacionalidade ainda precisa ser provada nas sociedades humanas [7].

## 2.2 Aproveitamento da Água

A utilização de técnicas de captação de água de chuva para uso agrícola pode representar uma alternativa viável para produção agrícola do semiárido, desde que a água captada seja utilizada de forma racional. No semiárido brasileiro já se verifica a existência de tecnologias que possibilitam, com sucesso, a captação e o armazenamento de água da chuva para uso humano, para criação de animais e produção de alimentos, cada uma com suas particularidades e adaptações feitas pelos próprios agricultores da região [8].

Tecnologias como cisternas de produção, barragens subterrâneas e sulcos para o armazenamento de água de chuva in situ são algumas das estratégias que podem ser utilizadas para superar períodos secos e produzir alimentos. Essas técnicas promovem o equilíbrio ecológico, a preservação e recuperação do solo e da caatinga, sendo instrumentos importantes no combate à desertificação, bem como viabilizam o aumento da produtividade agrícola de sequeiro e da oferta de água, com notáveis impactos sociais positivos [9].

A integração de algumas técnicas de captação de água da chuva, tais como as cisternas associadas aos calçadões, telhados e superfícies plásticas de captação a sistemas de irrigação de baixo custo, pode vir a diminuir os efeitos causados pela irregularidade das chuvas, aumentando a produção agrícola e diminuindo os riscos de produção familiar em períodos de estiagem. Estudos realizados no Brasil revelam que as tecnologias de captação de água de chuva promovem o aumento da produtividade das culturas. Não obstante, a água armazenada deve ser utilizada nos sistemas de irrigação de

forma cautelosa, procedendo-se a correta escolha e manejo do método de irrigação, fazendo com que o volume de água captado da chuva seja suficiente para suprir a necessidade de água do cultivo sem desperdício [10].

## 2.3 Engenharia do Produto

No cenário econômico atual, que se encontra dinâmico e competitivo, inovar é o mesmo que sobreviver e exige das organizações, independente de seu ramo de atividade, flexibilidade, agilidade, eficiência, capacidade de adaptação e inovação, tecnologia e acima de tudo qualidade [11].

## 2.4 Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP)

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é um conjunto de atividades feitas em uma sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou serviço que tem valor para grupos específicos de clientes [12].

O desenvolvimento de um novo produto pode ser definido como uma forma de inovação, que pode propiciar novas oportunidades para uma empresa. São abordados os conceitos de inovação de produto e suas interligações com o ciclo de desenvolvimento e com o processo de fabricação. De acordo com sua interpretação, as empresas que prosperam desenvolvem um processo para gerenciar as mudanças introduzidas com a inovação, de modo a gerar novos produtos [13]. De forma genérica, o processo de inovação do produto pode ser descrito em quatro etapas diferentes apresentadas na figura 1 a seguir.

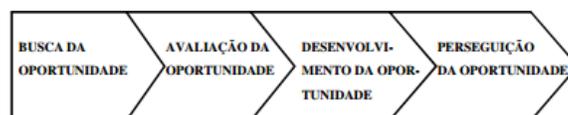


Figura 1 – O Processo de Inovação do Produto [13]

- A primeira é a etapa da busca, na qual as empresas inovadoras sabem onde buscar as ideias que podem ser convertidas em oportunidades para novos produtos, clientes e mercados.

- A segunda etapa é a avaliação, na qual as empresas avaliam as oportunidades em termos de seu potencial total.
- A terceira etapa é o desenvolvimento, na qual tais empresas podem antecipar os fatores críticos que levarão ao sucesso ou ao fracasso de cada oportunidade.
- A quarta etapa é a perseguição. Nesta etapa, as empresas podem desenvolver um plano de estratégico que promova o sucesso e evite o fracasso do novo produto.

### 2.5 Projeto Informacional

A finalidade desta fase é desenvolver um conjunto de informações, chamado de especificações meta do produto. Essas especificações são levadas para as próximas etapas do projeto de desenvolvimento do produto e também são utilizadas para orientar a geração das soluções. A etapa do projeto informacional é fundamental e de extrema importância para a eficiência e continuidade do projeto do produto [12].

A fase em tela divide-se em seis etapas bem determinadas, a saber [14]:

- Pesquisar informações sobre o tema do projeto;
- Identificar as necessidades dos clientes do projeto;
- Estabelecer os requisitos dos clientes;
- Estabelecer os requisitos do projeto;
- Hierarquizar os requisitos do projeto; e
- Estabelecer as especificações do projeto.

### 2.6 Qualidade e Ferramentas de Gestão da Qualidade

Qualidade pode ser definida como sendo um produto ou serviço que atende exatamente, de modo confiável, de forma acessível, de modo seguro e no tempo certo as demandas dos clientes [15].

A Gestão da Qualidade é uma das sete áreas de conhecimento necessárias ao gerenciamento de um projeto. Quando se discute sobre qualidade, cabe ressaltar que o gerenciamento da qualidade em projetos deve ser direcionado tanto para os processos de gerenciamento do projeto quanto para o produto ou serviço final do projeto. A gestão da qualidade não é uma atividade isolada; ela é parte do todo. A gestão da qualidade organiza, controla e orienta os recursos de

uma organização para atingir os objetivos da qualidade desdobrados em função de uma política da qualidade estabelecida e implementada [16].

As ferramentas de qualidade são técnicas que podem ser utilizadas com a finalidade de definir, mensurar, analisar e propor soluções para problemas que eventualmente são encontrados e interferem no bom desempenho dos processos de trabalho. Nesse contexto, as sete ferramentas são as seguintes: Diagrama de causa e efeito; Folhas de verificação; Diagrama de Pareto; Histograma; Diagrama de dispersão; Cartas de controle e Fluxograma.

### 2.7 Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)

O Diagrama de causa e efeito é um método efetivo de ajudar a se encontrar as causas raízes do problema. O diagrama inicia-se considerando o efeito, que pode ser um problema relacionado à qualidade, uma situação desejada, ou qualquer condição descrita claramente [17].

As palavras que aparecem nas pontas das ramificações do diagrama, evidenciadas na figura 2, são as famílias de causas, que podem ser classificadas como matérias primas, máquinas, medidas, meio ambiente, mão de obra e método – os chamados 6Ms [18 -19].

Abaixo, encontra-se descrito um procedimento para desenhar um diagrama de Ishikawa [17].

- Colocar o problema na caixa de “efeito”;
- Identificar as principais categorias para as causas possíveis do problema; caso se utilizem os 6Ms, essa etapa pode ser pulada, porque as categorias já estarão definidas;
- Buscar sistematicamente fatos, dados e discussão em grupos para gerar possíveis causas a serem alocadas dentro das categorias estabelecidas no passo anterior, ou de acordo com os 6Ms. Qualquer coisa que possa resultar no efeito que está sendo estudado deveria ser incorporada como causa potencial;
- Registrar todas as causas potenciais no diagrama sob cada categoria. As causas podem ser combinadas e esclarecidas nesse momento.

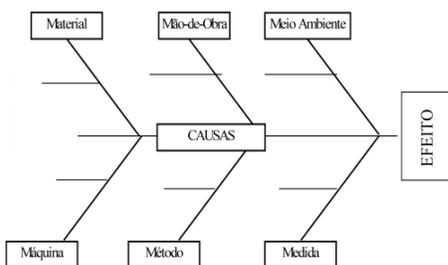


Figura 2 – Diagrama de causa e efeito [18]

### 2.8 Método dos 5 Por Quês

O método dos 5 por quês é uma abordagem científica utilizada no sistema Toyota de Produção para se chegar à verdadeira causa raiz do problema, que geralmente está escondida através de sintomas óbvios [20].

Durante a análise dos Por quês, são identificadas as maiores causas da ocorrência do problema e os correspondentes motivos para a sua ocorrência. Esse procedimento continua até que uma causa pareça suficientemente autocontida [17].

O método dos 5 Por quês prevê que a primeira pergunta, ou seja, o primeiro dos por quês deve ser construído utilizando o próprio problema e deve-se responder por quê o problema está ocorrendo. O segundo por quê deve ser construído utilizando a resposta do primeiro por quê e assim sucessivamente até que se tenha alcançado a causa raiz do problema.

Abaixo se encontram descritos de forma simplificada os 5 passos que devem ser dados para aplicar o método [21]:

1. Inicie a análise com a afirmação da situação que se deseja entender – ou seja, deve-se iniciar com o problema;
2. Pergunte por que a afirmação anterior é verdadeira.
3. Para a razão descrita que explica por que a afirmação anterior é verdadeira, pergunte por quê novamente;
4. Continue perguntando por que até que não se possa mais perguntar mais por quês; e
5. Ao cessar as respostas dos por quês significa que a causa raiz foi identificada.

## 3 Resultados e discussões

A partir do problema central, atrelado a grande quantidade de água e energia utilizados na irrigação, foram detectados fatores que contribuem para tal problema e propostas de soluções foram elaboradas objetivando racionalizar o uso de recursos naturais (água e energia) na agricultura, através de um modelo de armazenamento hídrico. Neste contexto, vislumbra-se prover o auxílio necessário a agricultores, fazendeiros ou quaisquer pessoas que possuem uma plantação, seja de médio ou grande porte, a fim de que desperdícios de recursos sejam evitados, visto que o uso inadequado da tecnologia de irrigação provoca aumento da demanda por recursos hídricos e energia.

O modelo proposto pôde ser resumido em duas etapas:

1. Utilização de ferramentas da qualidade para encontrar a causa raiz do problema; e
2. Desenvolvimento e aplicação do modelo de armazenamento hídrico.

### 3.1 Emprego de ferramentas de gestão da qualidade

Primeiramente, utilizou-se o método de causa e efeito (Ishikawa) para identificar e analisar as possíveis causas do problema em questão. Para elaborar o diagrama, foi preciso definir o problema e colocá-lo na “espinha de peixe”. Em seguida, identificaram-se as grandes causas prováveis do efeito ou problema, as quais foram associadas a cada uma das espinhas. Posteriormente, foram elaboradas as ramificações das mesmas, ou seja, foram subdivididas em causas primárias e secundárias. Na figura 3 a seguir é possível observar os resultados do diagrama.

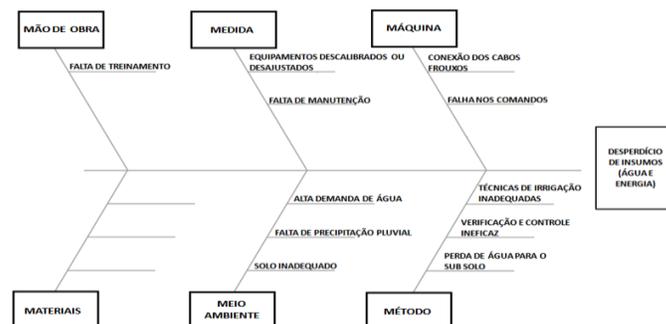


Figura 3 – Resultado do método causa e efeito para o problema proposto.

Depois de elaborado o diagrama de causa e efeito com todas as possíveis causas do problema (efeito) observado, realizou-se uma rápida lista de verificação (check list) para certificar as condições de um serviço ou um processo, a fim de atestar que os itens da lista estejam ou não em conformidade e posteriormente encontrar a causa raiz dos itens não conformes no método dos 5 por quês.

Na tabela 1 a seguir, observam-se os resultados da lista de verificação.

Tabela 1. Resultado da lista de verificação (Checklist).

LISTA DE VERIFICAÇÃO		
HIPÓTESE RETIDA	NÃO CONFORME	CONFORME
Falta de treinamento		●
Equipamentos descalibrados ou desajustados		●
Falta de manutenção		●
Conexão dos cabos frouxos		●
Falha nos comandos		●
Alta demanda de água	●	
Falta de precipitação pluvial		●
Solo inadequado		●
Técnicas de irrigação inadequadas		●
Verificação e controle ineficaz		●
Perda de água para o subsolo	●	●

Por fim, finalizando-se a etapa 1 foi utilizado o método dos 5 por quês com todos os itens não conformes da lista de verificação para analisar as causas raiz e assim poder encontrar uma possível solução para o problema da grande quantidade de água e energia utilizada na irrigação.

Na tabela 2 a seguir, observa-se que foram encontradas duas causas raiz sendo uma delas a principal causa selecionada para ser analisada e assim desenvolver uma ação de erradicação para solucionar o problema.

A partir do modelo proposto no presente estudo, serão evitados impactos ambientais em rios, lagos e riachos que vem sendo causados pela grande demanda de água voltada para as irrigações, principalmente nas áreas de grandes secas e estiagens como, por exemplo, nas Regiões Nordeste e Sul do país.

### 3.2 Representação do modelo

Para se chegar a um resultado satisfatório, elaborou-se um método experimental do projeto para verificar se de fato a caixa de armazenamento é eficaz. Trata-se de representação de um modelo de armazenamento hídrico e de controle de umidade.

Foi criada uma espécie de mini horta em um aquário; o mesmo foi dividido ao meio por uma chapa de vidro, de um lado foi posto um protótipo da caixa de armazenamento e de outro lado não. Foram feitos dois furos na parte inferior do aquário e acoplados dois pedaços de mangueiras para observar se haveria perda de água em cada um dos lados. Feito isso, duas sementes iguais foram plantadas em ambos os lados e iniciou-se o processo de irrigação. Ao longo do processo, foram observados e registrados os resultados.

Observou-se uma grande diferença na velocidade de crescimento da planta do lado que contém o protótipo e do lado onde não contém o protótipo. Observou-se também que, no lado onde estava o protótipo, não houve perda alguma de água, ou seja, a água despejada sobre a plantação ficou retida na caixa de armazenamento mantendo a terra úmida por muito

mais tempo. Contudo, no lado que não contemplava o protótipo ocorreu infiltração da água, ocasionando perda. Na figura 4 a seguir, é possível observar o protótipo montado.

Tabela 2. Resultado do método dos 5 por quês.

CADEIA CAUSAL – CAUSAS RAÍZES						
ID	Informações do Ishikawa	Por que 1	Por que 2	Por que 3	Por que 4	Por que 5
1	Alta demanda de água	Taxa de evapotranspiração alta	Clima quente e seco	Falta de chuva	Má condição meteorológica	
2	Perda de água para o subsolo	Parte da água que não é absorvida pela plantação é perdida para o subsolo	Infiltração profunda de parte da água	Falta de uma técnica de armazenamento para evitar o desperdício		



Figura 4 – Modelo experimental de uma mini horta

Na figura 5 a seguir, observa-se a diferença entre o lado em que havia protótipo e o que não contemplava.



Figura 5 – Plantio experimental com e sem o protótipo de armazenamento

Na figura 6 a seguir, é possível perceber a quantidade de água retida no lado em que havia protótipo.



Figura 6 – Resultado da perda de água com e sem o protótipo de armazenamento.

A racionalização na utilização da técnica de irrigação pode promover uma economia de aproximadamente 20% no consumo de água e 30% no consumo de energia [22]. Dessa forma, espera-se ter uma diminuição considerável nas frequências de irrigações - também comumente denominada turno de rega - maximizando a produtividade da cultura, melhorando a qualidade dos produtos, minimizando os custos com água e energia e reduzindo o processo de retirada de água doce de nascentes e rios.

#### 4 Conclusões

A água não acaba e não vai sumir do planeta; o ciclo hidrológico permite que se tenha a possibilidade de renovação. Contudo, o que acaba é a possibilidade do uso quantitativo ou não se poder utilizar devido à má qualidade da água, esgotando a possibilidade do seu uso. É nesse contexto que se destaca a importância do adequado planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

O presente trabalho teve como objetivo apresentar uma proposta para a redução de custos e aumento da produtividade em uma operação de irrigação, por intermédio da representação de um modelo de armazenamento hídrico e de controle de umidade, visando um melhor gerenciamento dos recursos para a irrigação, em especial em regiões impactadas pela estiagem.

A agricultura demanda grande quantidade de água. Ela aponta que o setor de irrigação é um importante usuário e por isso destaca a necessidade de buscar caminhos que permitam o desenvolvimento dessa atividade com a máxima eficiência. São importantes o planejamento e o acompanhamento profissional para que a irrigação gere aumento na produtividade das culturas por meio da escolha e do manejo adequado do sistema, evitando a aplicação deficiente ou excessiva de água.

É preciso pensar no caminho que a irrigação tem que tomar pela ótica da gestão de recursos hídricos, com a adoção de métodos que desperdicem menos e considerem os múltiplos usos da água. É também essencial que a escolha do sistema de irrigação seja baseada no uso sustentável dos recursos hídricos, mesmo que o investimento inicial do irrigante seja maior, pois, dessa forma, ele estará protegendo e garantindo o seu principal insumo: a água.

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, vislumbra-se a possibilidade de ofertar uma singela contribuição para o rol de ações voltadas a racionalização de água e energia na agricultura, no sentido de aperfeiçoar o setor agrícola e proporcionar ganhos aos pequenos produtores e demais cidadãos.

#### DEVELOPMENT OF A MODEL FOR WATER STORAGE: CONTRIBUTIONS OF ENGINEERING TO THE RATIONAL USE OF WATER IN AGRICULTURE

**ABSTRACT:** Irrigation is an important technology for agriculture as it contributes to agricultural productivity at different times of the year. It is a technique that was developed to meet the crop's water needs due to lack of water or poor distribution of rainwater, demanding good quality water. In large projects, there is a need for works to regularize flows, interfering with the river system and the environment. As a result of the predominant use of inefficient irrigation techniques, significant

losses of inputs occur. Aiming at a better management of resources for irrigation, especially in regions impacted by drought, the present work aims to present a proposal to reduce costs and increase productivity in an irrigation operation, through the representation of a model of water storage and moisture control. An analysis was carried out using the Cause and Effect Diagram method - Ishikawa Method - to investigate possible problems. Additionally, the “5 whys” method was used to identify the root causes of possible problems.

**Keywords:** Agriculture. Irrigation. Sustainability.

## Referências

- [1] RAUBER, Denise; OLIVEIRA, F. A. C. Uma contextualização da demanda de água na indústria. *Synergismus Scyentifica UTFPR*, v. 3, n. 1, 2008.
- [2] RIO CARRILLO, A. M.; FREI, C. Water: a key resource in energy production. *Energy Policy*, v. 37, n. 11, p. 4303-4312, 2009.
- [3] ANA. Agência Nacional das Águas. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012*. Ed. Especial. Brasília, 2012. 215 p.
- [4] MINERVINO, Lúcia M. Praciano; ASSUNÇÃO, Francisca Neta A. O uso sustentável da água na Bacia do Rio Paracatu: Considerações sobre a agricultura irrigada. In: *Anais do III Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste*. Goiânia-GO, 2004.
- [5] ALFARO, J.F. Assessment of progress in the implementation of the Mar del Plata action plan and formulation of a strategy for the 1990s (Latin America and the Caribbean). California: United Nations Development Program, Food and Agriculture Organization, Department of Economic and Social Affairs, Department of Thechnical Cooperation. 1990. 90p.
- [6] MOURA, L. G. V. Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo. *Dissertação*. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- [7] ROSA, Altair. Rede de governança ambiental na cidade de Curitiba e o papel das tecnologias de informação e comunicação. *Dissertação*. Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2007.
- [8] GHEYI, H. R. et al. *Recursos hídricos em regiões semiáridas*. 1. ed. Cruz das Almas, BA: Editora UFRB. 2012. 258 p.
- [9] ARAÚJO, J. de C. As barragens de contenção de sedimentos para conservação de solo e água no semiárido. In: *Anais de tecnologias apropriadas para terras secas*. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2006.
- [10] BRITO, L. et al. Produtividade de água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. *Engenharia Agrícola*, v. 32, p. 102-109, 2012.
- [11] SEVERO, Lessandra Scherer; SILVA, EdiniceMei. Sistema stanislavski: o processo criativo nas organizações. *Revista de Ciências da Administração*, Florianópolis, v. 8, n. 15, p.15-17, jan/jun, 2006.
- [12] ROZENFELD, H et al. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006.
- [13] ROBERT, M. *Product innovation strategy pure and simple: how winning companies outpace their competitors*. R. R. Donnelley & Sons Company, 1995.
- [14] REIS, A. V. *Desenvolvimento de concepções para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas*. Tese. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- [15] FALCONI, Vicente. *Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia*. 9. ed. Nova Lima/MG: INDG, 2013.
- [16] PMI. *Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*. PMBOK Guide. Newton Square, Pennsylvania, USA, 2013.
- [17] SLACK, N et al. *Administração da Produção*. 2.d. São Paulo: Atlas, 2002.
- [18] FALCONI, Vicente. *TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. 7. ed. Belo Horizonte: Bloch, 1992.
- [19] ISHIKAWA, Kaoru. *Controle de qualidade total à maneira japonesa*. In: *Controle de qualidade total à maneira japonesa*. 1993. p. 221-221.
- [20] OHNO, T. *O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- [21] WEISS, A.E. *Key business solutions: essentialproblem-solving tools andtechniquethatevery manager needstoknow*. Grã-Bretanha: Pearson EducationLimited, 2011.
- [22] COELHO, E. F et al. *Agricultura irrigada: Eficiência de irrigação e de uso de água*. Bahia Agrícola, v. 7, n. 1, Setembro, 2005.