



## **MÉTODO DE ACIONAMENTO DE BOMBA DE ÁGUA APLICADA NA AGRICULTURA COM ÊNFASE NA IRRIGAÇÃO**

SILVA, Marcelo Rafael<sup>1</sup>  
MARINHO, DIEGO DE FREITAS<sup>2</sup>  
ABREU, Adriano Bien de<sup>2</sup>  
RAUCCI, Paulo Cesar Raucci<sup>3</sup>

### **RESUMO**

O presente trabalho trata-se de uma melhoria agregada a atividade de irrigação agrícola por meio da automatização elétrica em conjunto com as técnicas na área de comandos elétricos, de forma a beneficiar o processo como um todo. O objetivo desse plano é otimizar o consumo de energia elétrica empregada nos acionamentos de motor trifásico referente a bomba de água e tempo de ligação, ter um controle direto na irrigação aplicada na agricultura de maneira a melhorar sua utilização e aprimorar suas proteções. De modo quantitativa com levantamento de dados e detalhes dos aspectos técnicos do material a ser empregue, terá como resultado o desenvolvimento de um painel elétrico com comandos de controles específicos onde poderemos administrar suas funções de acordo com o desejo do operador e suas necessidades eminentes, sendo possível controlar o horário e o tempo de irrigação por meio de componentes temporizadores, administrar sua rampa de corrente relacionada a partida e desligamento do motor trifásico através de componentes com tiristores de forma a aumentar a vida útil do mesmo, o dimensionamento de sua ligação e as devidas proteções conforme configuração do local de instalação, protegendo o equipamento de falhas da rede elétrica proveniente da concessionária e possibilitar o acionamento remoto por elemento ligado à rede sem fio facilitando o manuseio da automatização. Os principais resultados a serem promovidos são a diminuição do consumo de energia elétrica, o aumento da produtividade por uma irrigação mais eficiente, um baixo custo de manutenção exigida, um aumento na produtividade por parte da facilidade de execução do sistema gerando mais tempo para outras demandas e uma certa consciência ecológica por conta do consumo de água ordenado e cadenciado. O controle de irrigação através desse equipamento desenvolvido contribui para um ganho em todos os primas da agricultura e nos mostra que a tecnologia é acessível em todos os campos.

Palavras-chave: Automatização Elétrica; Comandos Elétricos; Irrigação Agrícola.

### **ABSTRACT**

The present work is an aggregate improvement to the agricultural irrigation activity through electrical automation in conjunction with techniques in the area of electrical controls, in order to benefit the process as a whole. The objective of this plan is to optimize the consumption of electrical energy used in the three-phase motor drives related to the water pump and connection time, to have a direct control on irrigation applied in agriculture in order to improve its use and improve its protections. In a quantitative way with data collection and details of the technical aspects of the material to be used, the result will be the development of an electrical panel with specific control commands where we will be able to manage its functions according to the operator's desire and his eminent needs, being it is possible to control the time and the time of irrigation by means of timer components, to manage its current ramp related to the starting and stopping of the three-phase motor through components with thyristors in order to increase its useful life, the dimensioning of its connection and the due protections according to the configuration of the installation location, protecting the equipment from electrical network failures from the concessionaire and enabling remote activation by an element connected to the wireless network, facilitating the handling of automation. The main results to be promoted are the decrease in electricity consumption, the increase in productivity through more efficient irrigation, the low cost of maintenance required, an increase in productivity by the ease of execution of the system, generating more time for other demands and a certain ecological awareness due to the orderly and measured water consumption. The irrigation control through this developed equipment contributes to a gain in all agricultural cousins and shows us that the technology is accessible in all fields.

Keywords: Electrical Automation; Electrical Commands; Agricultural Irrigation

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Elétrica da FAIP;

<sup>2</sup> Docente da FAIP;

<sup>3</sup> Licenciado em Sistemas e Tecnologias da Informação e Mestre em Educação.

## 1. INTRODUÇÃO

A importância de controlar processos dá sentido as técnicas de controle, assim assumindo um papel primordial dentre os tipos de processos existentes. A palavra controle tem origem na França e significa o ato de desempenhar domínio, manter equilíbrio, fiscalizar, supervisionar. A evolução do controle em comando elétrico muito contribuiu para o avanço da tecnologia no sentido de automatização do processo em si. Um dos conceitos de automatização é a possibilidade de utilizar potência elétrica ou mecânica para algum tipo de acionamento, levando em conta que devemos adicionar uma série de componentes para tal função ser executada.

A arte de controlar é tão antiga quanto as necessidades humanas de desenvolver seus próprios sentidos. Mesmo não dispondo de grandes tecnologias, o homem mantinha a qualidade em seus artefatos e desenvolvia projetos eficazes direcionados ao controle de suas exigências. (SILVEIRA, 1998, P.01)

Como o autor descreve a arte de controlar faz parte de nossa cultura e é evidente que a modernização faz parte da evolução do homem, o acompanhando ao longo de sua existência em uma jornada infinita de possibilidades.

A automatização se enquadra em uma vertente da automação industrial conforme identifica o autor Ribeiro (2001) “Muitas aplicações de automação não envolvem a substituição de pessoas por a função ainda não existia antes ou é impossível de ser feita manualmente”.

A agricultura permite o aparecimento de novas técnicas, porém quando mal aplicada pode ter consequências drásticas ao meio ambiente e especialmente aos recursos naturais como a contaminação da água potável disponível. Em alguns pontos ainda é uma atividade totalmente artesanal, porém, hoje há meios de automatizar os processos deixando-a parcialmente artesanal ou totalmente automatizada, trazendo o pensamento mais para atualidade deixando-o mais evoluído no aspecto inovador. A agricultura mesmo nessa condição ainda é responsável pelo crescimento de pequenos povoados e oficinas de atividade agrícolas em muitas regiões.

Segundo a Agencia Nacional de Águas ANA (2020) descreve que o total de água consumida no setor de irrigação é de 67,2% em média anual, citando ainda que esse aumento é crescente é que é o setor onde mais consome água. Conforme pesquisa da Agencia Nacional de Águas podemos analisar que o aumento ao consumo de água nas culturas por meio de irrigação é alto e crescente ao passar dos anos, isso nos mostra que a automatização será cada vez mais aplicada nesse setor da economia brasileira.

A falta de água quanto o excesso podem ser motivos que abalam de maneira prejudicial a produtividade das culturas irrigadas, tirando a lucratividade do agricultor (SAAD,

1994; LIBARD, 1994). Para o autor Adonai Gimenez Calbo (2005) o manejo de irrigação é a técnica utilizada para irrigar as plantas com a quantidade correta de água, antes que o solo deixe a quantidade de água do solo diminuir a ponto de causar dificuldade a raiz absorver a água necessária para manter seu desenvolvimento sem nenhum problema.

Com base nessas informações o estudo se mostra relevante perante os fatos descritos, o tema trabalha junto com o ambiental, uma vez que o projeto em questão otimizará o consumo de energia elétrica e amenizará o uso descontrolado de água deixando-o racional fazendo uso de tecnologia, usufruindo de um sistema atualizado e diagramado dentro dos padrões e normas existentes.

O desafio é projetar esse equipamento para controle automatizado de irrigação incorporando novas tendências e tecnologias ao setor agrícola com qualidade e eficiência atendendo o produtor na melhora de seu produto, sendo mais competitivo comercialmente e sob a responsabilidade socioambiental transformar o consumo de água mais racional.

O processo de irrigação normalmente é executado manualmente onde pode haver erros por falha humana ocasionando prejuízos e desperdícios desnecessários. Um sistema automatizado e mais acessível em questão do manuseio e com um layout agradável e sinalizado será mais apropriado para administração das necessidades estabelecidas, de forma a projetar o painel de comando com esses detalhes pensados e estudados da melhor forma a cumprir o planejado. A pergunta é, realmente o processo será otimizado?

Otimizar o consumo de energia elétrica empregada nos acionamentos de motor elétrico trifásico referente a bomba de água e tempo de ligação, ter um controle direto na irrigação aplicada na agricultura de maneira a melhorar sua utilização e aprimorar suas proteções elétricas.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia usada nesse artigo foi baseada em pesquisa a partir do levantamento de dados do local onde será ensaiado o equipamento. Será instalado em uma propriedade na cidade de Vera Cruz – SP, no bairro Terra Boa, é uma região rural porém a dois quilômetros do centro da cidade de fácil acesso e com infraestrutura, o consumo médio mensal no primeiro semestre de 2020 foi de aproximadamente R\$ 330,00 mensais, a concessionária que administra a região é a CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz. Cerca de 80% da cultura é hortaliças e verduras.

O levantamento feito foi baseado nos dados técnicos necessários para a execução do projeto como exemplo, carga instalada na propriedade, potência do motor e estado que se encontra, proteções já existentes, alojamento onde se encontra, lugar e posição onde será implantado o painel elétrico.

Após levantamento dos dados identificamos que o motor conectado a bomba tem as seguintes especificações, motor de indução trifásico, com tensão em 220/380V com potência de 2CV, tendo 4 polos, em 60HZ, 1750 rotações por minuto, com corrente nominal ( $I_n$ ) de 5,69/3,29A, com corrente de partida ( $I_p$ ) de 43,8/25,4A,  $I_p/I_n$  de 7,7, fator de serviço de 1,25, e de uso geral conforme discriminado em ficha técnica disponível em site do fabricante (WEG, 2020). Lembrando que a tensão de entrada da propriedade é trifásica em 220V, por tanto o fechamento do motor deve ser apropriado para essa tensão.

O motor trifásico com rotor possui, basicamente, um estator com enrolamento trifásico e um rotor gaiola de esquilo. O enrolamento trifásico é responsável pelo campo girante, o rotor gaiola sofre indução do campo e tenta acompanhar o campo girante. Como a velocidade do rotor é sempre menor que a do campo girante, o motor é chamado de assíncrono e a diferença percentual entre velocidade do campo e do rotor é chamada de escorregamento (NASCIMENTO JUNIOR, 2011, p.187).

Para a produção do sistema automatizado de irrigação foi usado no projeto alguns componentes, e para otimizar seus resultados foram devidamente dimensionados conforme necessidade.

Um dos componentes principais que compõem o sistema é um dispositivo de proteção eletroeletrônico é o disjuntor termomagnético, “São aqueles que dispõem de uma unidade de proteção térmica e outra magnética de curto-circuito” (MAMEDI, 2011), componente que tem sua ação eletromecânica e sua função é a de proteger as instalações elétricas contra curto-circuito e sobrecarga com longa duração. O autor Ademaro Cotrim (2008, p.205) classifica em três características básicas como funções para o disjuntor:

Os disjuntores são, simultaneamente, dispositivos de proteção e de manobra, e exercem, a princípio, três funções básicas, promovem a proteção elétrica de um curto circuito, isto é, de seus condutores, por meio de detecção de sobre correntes e da abertura do circuito. Permitem comandar voluntários, sob carga, circuitos de equipamentos de utilização. Promovem o seccionamento de um circuito, na medida em que, ao abrir um circuito, assegura uma distância de isolamento adequada.

Conforme o autor descreveremos como função principal, a função de proteção do circuito, de forma a proteger os condutores de sobre correntes e se necessário seccionamento do mesmo.

Cálculo da corrente de partida,

$$I_p = I_p/I_n \times I_n \quad (1.0) \quad \text{Onde,}$$

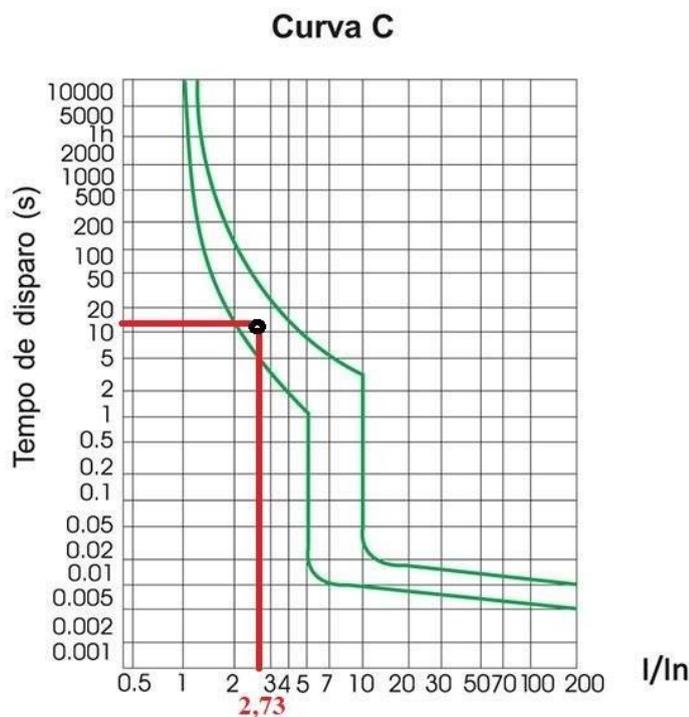
$I_p$  = Corrente de partida

$I_p/I_n$  = Corrente de partida/ Corrente nominal

$I_n$  = Corrente nominal

Para dimensionar o disjuntor que irá fazer a proteção adequada ao equipamento devemos buscar a corrente de partida ( $I_p$ ), conforme cálculo determinado pelo autor G. Nascimento (2011), usaremos a equação (1.0), sendo o fechamento em 220V chegará a uma corrente de partida de  $I_p$  43,8A, devemos utilizar a corrente de partida ( $I_p$ ) dividido pela corrente do possível disjuntor no caso escolhemos um de 16A, preferencialmente um valor comercial, com esse cálculo chegamos ao valor de 2,73, espelhado na tabela 1.0 e traçando uma linha até chegar no gráfico da curva, conseguimos chegar a confirmar que o disjuntor tripolar de 16A é o mais adequado, podemos verificar que está dentro da curva de disparo e que será satisfatório.

Tabela 1.0 – Curva de disparo dos disjuntores.



Fonte: elaboração própria.

Chegando ao valor do disjuntor dimensionamos a proteção contra curto circuito e sobrecarga, outro dispositivo que iremos acrescentar no projeto é o contator, veremos a seguir suas funções e características.

Os contadores são elementos de manobra com a capacidade de controlar elevadas correntes por um circuito de baixa corrente, é um tipo de chave de operação não manual, eletromagnética, com a finalidade de ligar e desligar cargas elétricas, esse componente tem a capacidade de gerir dois circuitos, o principal chamado de circuito de potência que no caso irá acionar o motor elétrico e o circuito auxiliar chamado de comando elétrico que irá receber sinais para ligar ou desligar contatos nele existentes. É constituído por uma bobina “Representa a entrada de controle do contator que, ao ser ligada a uma fonte de tensão, circula na mesma

corrente elétrica que cria um campo magnético que envolve o núcleo de ferro” (FRANCHI, 2008, p.134). De forma simples o circuito de potência é formado pelos contatos principais conduz a corrente de operação até o motor se estiver com os contatos fechados e o circuito auxiliar é a razão da manobra é utilizado para a parte de comando, sinalização e bloqueio e é acionado mecanicamente pelo contator.

Um dos critérios para o dimensionamento do contator é tensão de alimentação da bobina, no caso o contator deve ser em 220V, outro fator que deve ser pensado e pesquisado é a categoria de emprego que devemos dimensionar, pois os contatores tem algumas classes, essa categoria que difere por código normalizado que distinguindo cada carga ou funcionalidade. “Deve-se ter atenção à potência da carga. Quanto maior a potência, maior o contator e a corrente suportada” (G.NASCIMENTO, 2011, p.65). Exemplo, o código AC1 é para cargas resistivas, já o AC2 é para partida de motor de anel sem frenagem por contra corrente, na nossa pesquisa deve ser o AC4 pois se trata de partida de motores de indução do tipo gaiola aliados a manobras e reversão se necessário, conforme descreve o autor abaixo.

As diversas categorias de emprego, segundo norma IEC 947, são designadas, em corrente AC. Classificação semelhante é normalizada para corrente contínua por DC. Para cada uma dessas categorias define-se a capacidade de manobra que um determinado contator apresenta (FRANCHI, 2008, p.139).

Para finalizar o dimensionamento do contator que será necessário para nosso controle de irrigação, devemos levar em consideração alguns fatores essenciais para tal cálculo, a categoria de emprego a AC4 é a que se enquadra em nosso plano, corrente da carga, já sabemos que é de 5,59A, tensão de alimentação igual a 220V, frequência em 60HZ, discriminado nas características do motor, e um dado importante é o número de contatos auxiliares que iremos precisar para acionar a lógica do comando, é normal os contatores terem até quatro contatos auxiliares podendo expandi-los na medida que a necessidade surge. Com os dados em mãos podemos utilizar a tabela que um dos fabricantes disponibiliza para o dimensionamento do componente (WEG, 2020, p.22), o contator a ser usado é um modelo com tensão de 220V, categoria AC4, para 2CV, observando a tabela disponibilizada pelo fabricante usaremos o modelo CWM12 com dois pares de contato, dois contatos normalmente fechados e dois contatos normalmente abertos para os devidos acionamentos.

Já observamos a proteção contra curto circuito e sobrecarga, o disjuntor, o componente de manobra o contator e temos mais um item que é imprescindível para a proteção do motor, o relé térmico ou de sobrecarga.

O relé de sobrecarga em sua composição tem duas lâminas com metais de coeficiente diferentes que quando submetidos a uma corrente fora de seu ajuste seu contato se torna móvel assim sendo interrompendo o fluxo de corrente.

Os relés bimetálicos de sobrecarga são constituídos de modo a permitir ajustes da corrente dentro de determinadas faixas que podem ser escolhidas conforme o valor da corrente e da natureza da carga. Quanto maior for o valor da corrente de sobrecarga, menor será o tempo decorrido para a atuação do relé térmico. (MAMEDE, 2017, p.727).

Esse procedimento que o autor menciona no texto se trata de uma ajuste de corrente que possibilita o operador trabalhar com percentual para que o mesmo secciona trabalhando próximo da corrente nominal do motor. De maneira que são conectados as fases nos bornes do aparelho e o mesmo tem o funcionamento parecido com sensores de correntes, os mesmo também tem contatos normalmente fechado e normalmente abertos para enviar sinais para o comando auxiliar. Para o seu dimensionamento usaremos a equação 2.0, onde usaremos o fator de serviço como característica descrita no motor.

$$IFS = I_n \times F_s \quad (2.0) \quad \text{Onde;}$$

IFS = Corrente de fator de serviço

$I_n$  = Corrente nominal

$F_s$  = Fator de serviço

Substituindo os valores na equação (2.0),

$$IFS = 5,69 \times 1,25$$

$$IFS = 7,11 \text{ A}$$

Com esse resultado chegamos à conclusão que a faixa de ajuste para esse relé de sobrecarga é de 5,6A a 8A, valor comercial mais próximo dos valores das corrente de ajuste. Os relés térmicos são instalados no contator como uma peça acoplada ao mesmo e assim que sofrer efeito térmico excessivo ele interrompe o circuito.

O motor elétrico é o mecanismo que devemos focar no projeto, pois se é um dos itens que estamos preocupados em proteger no processo de dimensionamento, porém seu funcionamento causa efeitos adversos quando usado, quando seu acionamento é direto, mesmo não tendo uma potência muito significativa quando acionado a demanda de corrente aumenta. Para amenizar esse efeito iremos dimensionar a chave de partida suave ao painel elétrico, é conhecida como soft starter (partida suave).

Soft-starter são equipamentos eletrônicos destinados ao controle da velocidade de partida de motores elétricos de corrente alternada. Quando partimos um motor através da conexão direta da fonte de alimentação com valores nominais, inicialmente ele drena a corrente de rotor bloqueado (IRB) e produz um torque de rotor bloqueado (TRB). Assim que o motor acelera, a corrente cai e o torque aumenta antes de cair para seus valores nominais na

velocidade nominal. Ambos, a magnitude e o formato das curvas de torque e corrente dependem do projeto do motor. (FERREIRA COSTA, 2014, p.56).

A chave de partida recebe um valor de tensão fixo e consegue fracionar pra o motor enviando em forma de rampa aumentando de forma gradativa, deixando sua partida suave, mantendo a frequência igual, no desligamento faz o processo inverso, diminui a tensão enviada ao motor esperando que ele desligue suave até que esteja deligado por completo, e é completamente configurável “Os soft starter são chaves de partida estática destinadas à aceleração desaceleração e proteção de motores de indução que, com o ajuste adequado das variáveis, adaptam o torque produzido à necessidade da carga”(CREDER, 2016, p.203). Algumas vantagens observadas, limita a corrente de partida, evita picos de corrente, protege e proporciona para suave, contribui para a redução de esforço do motor durante a partida no deslocamento da inercia, aumenta a vida útil do motor e contribui quanto ao consumo de energia (GOZZI, 2011, p.317).

A soft starter tem uma característica que vem a somar muito ao projeto pois ela otimiza o consumo de energia alterando o ponto de operação do motor, quando ativada ela reduz a tensão aplicada aos terminais assim a energia que será preciso no campo seja proporcional a carga. Outro benefício incorporado ao equipamento é o fato de funcionar com algumas proteções ao motor. Seu dimensionamento é feito com a adequação da corrente nominal do motor, logo, iremos utilizar uma soft starter com corrente aproximada a 5,69A com arredondamento superior, um modelo compacto e comercialmente fácil de encontrar é o modelo SSW05 da fabricante WEG.

Em alguns locais onde há variação de tensão por parte da concessionária de energia é comum ocasionar problemas elétricos com sub tensão, iremos instalar essa proteção extra ao sistema, o relé falta de fase, é instalado junto as fases de alimentação do painel, “Basta ligar as fases do sistema a serem monitoradas ao relé. Os contatos auxiliares do relé devem ser ligados ao sistema de comando para sinalização, desarme do motor” (G.NASCIMENTO, 2011, p.45), de forma que se houver falha em algumas das fases o relé irá comutar via contatos auxiliares.

Para controlarmos remotamente o processo, iremos implementar ao circuito de comando um dispositivo eletrônico que se faz uso em automação residencial, e será possível adapta-lo ao sistema para acessa-lo remotamente direto do celular via aplicativo próprio eWeLink, sonoff, interruptor inteligente diy wi-fi basic r2, trabalha com tensão entre 90 a 250V, suporta corrente de até 10A, como ficara no circuito de comando é o suficiente para a

adequação, um aparelho pequeno com dimensão 88x38x23 completamente acessível com os protocolos de wi-fi. (SONOFF, 2020).

Um item que é interessante e promove uma automação ao processo é um interruptor horário, pesquisado junto ao fabricante (COEL, 2020), pois nele conseguimos programar horários de acionamento como de desligamento não sendo necessário o comando do homem, em alguns modelos temos a opção de ter saída a relé, e se adapta perfeitamente ao projeto em questão, uma vez que aceita algumas programações e sua saída permite enviar sinal para o comando tanto para acionamento quanto ao desligamento é uma alternativa pra autonomia.

Para o dimensionamento dos cabos, encontramos na literatura através de pesquisa e verificamos que é um fator de extrema importância ao projeto, entendemos que seu dimensionamento deve ser planejado com fator sempre acima do dimensionado ao sistema, coma intenção de não haver sobrecargas ou superaquecimento.

O condutor a ser submetido a uma ddp (diferença de potencial), faz surgir em suas extremidades uma corrente elétrica. Essa corrente, ao passar pelo condutor, produz uma determinada quantidade de calor, que, segundo a lei de Joule, tende elevar a temperatura do condutor. (CAVALIN, 2017, p.263).

Seção mínima dos condutores para os condutores do circuito de comando devemos utilizar seção de 1,5mm<sup>2</sup>, já para o comando das bobinas devemos utilizar como seção mínima 1,0mm<sup>2</sup> também para os circuito de sinalização, para os condutores do circuito de potência sua seção mínima deve ser de 2,5mm<sup>2</sup>. (G.NASCIMENTO, 2011).

Utilizando o método de instalação em pesquisa a classe para o dimensionamento do cabo de potência, ou seja, circuito principal verificamos que nossa classe de instalação é a B2, cabos unipolares ou multipolares em espaço de construção, com três condutores energizados, e uma temperatura de 30°C, utilizando a técnica do autor Cavalin (2016), e fazendo uso da tabela 2.0, chegamos a seção do condutor de 10mm<sup>2</sup> por ser o valor mais acima da I<sub>p</sub> 43,8A, para o circuito de potência.

Tabela 02 – Capacidade de condução de corrente

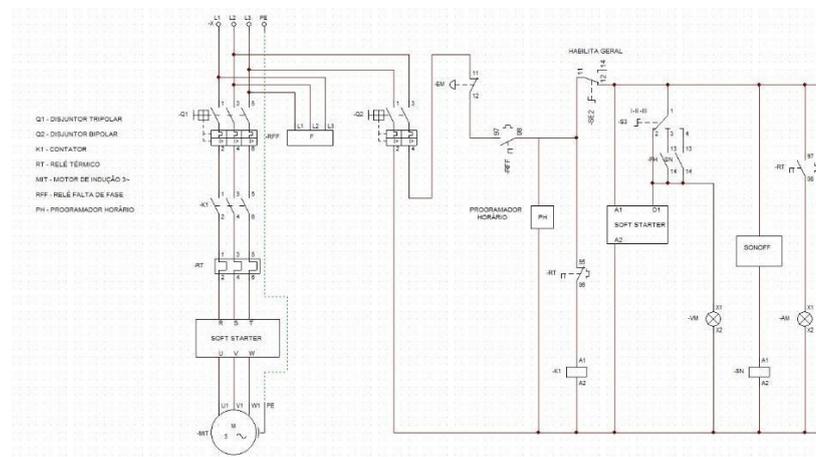
Seções Nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de Referência Indicados na Tabela 10.8											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de Condutores Carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
<b>Cobre</b>												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	110	108	110	90	151	134	132	118	168	144	148	122

Fonte: (CAVALIN, 2006, p.241).

Para o dimensionamento dos condutores usaremos a seção de 1,5mm<sup>2</sup>, conforme autor G. Nascimento (2011) descreve, usarei como padrão para a montagem do painel.

Mais um ponto a levar em consideração é a sinalização via sinaleiros ou indicadores luminosos, e os comandos manuais por acionamento via botão na área externa do painel, como exemplo o botão de emergência. São informações importantes na área da elétrica sendo necessário por exemplo quando a motor está em operação, ou o painel está energizado, ou quando houver uma sobrecarga. Por convenção podemos estabelecer a relação de cores do sinaleiro onde serão nos passadas algumas informação como motor pronto pra partir, sentido de giro, sobrecarga ou emergência. Baseado o estudo no autor G. Nascimento (2011), fica estabelecido a cor vermelha significa emergência ou condição perigosa, amarela referente sobrecarga ou situação fora do comum, a cor verde pronto pra partir e o painel está pronto pra ser usado, azul e branca outras funcionalidades.

Imagem 1.0 – Diagrama sugerido para o painel.



Fonte: Elaboração própria.

Já fizemos todos os dimensionamento necessários e estamos aptos a desenvolver a montagem do painel para comandar o processo de irrigação com acesso remoto. Inicialmente devemos planejar o diagrama de potência baseando-se no motor, como já temos as informações necessárias o circuito de potência ficará da seguinte forma, disjuntor de 16A, curva C para cargas indutivas, um contator com corrente nominal de 12A classe AC4, relé térmico com faixa de ajuste entre 5,6A e 8A, o relé falta de fase com tensão em 220V, e a chave de partida soft Starter com corrente nominal para 5,69A com arredondamento acima, para o circuito principal será essa configuração. Para o circuito de comando iremos utilizar os contatos dos contadores, programador horário, e agregando ao circuito de comando será instalado na logica o dispositivo sonoff para o acesso remoto. Para os acoplamentos uma caixa para painel com a dimensão de 30x30x25 já é suficiente e outros periféricos para a montagem, como canaletas, terminais seguindo o diâmetro dos cabos para o isolamento adequado. Para a sinalização e comandos externos, sinaleiros conforme cor indicada no trabalho, botão liga/desliga e botão de emergência.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante a pesquisa e detalhamento dos componentes foi elaborado um estudo intencional com finalidade de mostrar e entender os benefícios e melhorias possíveis ao equipamento elétrico, de forma real a mostrar a otimização que um bom projeto pode alcançar se bem executado, embora alguns componentes já são citados na literatura como produtos a serem usados já oferecendo proteções e garantindo duração mais longa e qualidade comprovada.

Avaliamos o motor que fez parte da aplicação do painel elétrico e chegamos ao resultado que o motor é uma boa opção para essa aplicação. É um motor de indução do tipo gaiola, tem esse nome porque se examinarmos os condutores separadamente são parecidos com rodas de gaiola de ratos domésticos, “esse rotor consiste em série de barras condutoras que estão encaixadas dentro de ranhuras na superfície do rotor e postas em curto-circuito em ambas as extremidades por grandes anéis de curto-circuito”. (CHAPMAN, 2013, p.310).

Chegamos ao dimensionamento do disjuntor através do cálculos executados mediante a configuração exigida pelo equipamento. Sendo uma estratégia para o chaveamento e sendo uma ferramenta poderosa para a proteção contra curto circuito melhorando até a qualidade de tensão. (BRONZEADO, 2014).

Podemos salientar que o contator é um componente que atende duas faces do circuito o de potência e o de comando, com seus contatos auxiliares que sinalizam ou interrompem o sistema se no funcionamento houver qualquer tipo de imperfeição ou falha de modo a nos informar via sinaleiros, ou até mesmo fazer o acionamento do motor e bomba de água, e em conjunto com o relé térmico completa a proteção do motor com suas propriedades demonstradas no artigo, “os contatos auxiliares de um contator têm uma especificação de corrente muito menor que a dos contatos principais e são usados nos circuitos de acionamento para Inter travamento, retenção e indicação de status”.(PETRUZELLA, 2013, p.177).

Esses foram alguns resultados encontrados e estudados junto a literatura para cumprir o projeto e concluir o objetivo, foi percebido que há pouca literatura à respeito do projeto por completo, foi pesquisado os componentes mirando o aspecto mais importante ao projeto como um todo, sempre com a intenção de salientar suas características mais relevantes e que são aproveitadas na execução do painel elétrico para irrigação, de forma a chegar no resultado esperado com o estudo realizado.

#### **4. CONCLUSÃO**

No trabalho pesquisado foi proposto como objetivo a otimização de um processo de irrigação no meio agrícola, onde grande parte do plantio é de hortaliças e verduras, onde não existia proteções para o motor e bomba de água, o dimensionamento não era o ideal para a configuração do motor, onde existia um descontrole de consumo de água específico para irrigação, um gasto desnecessário de energia elétrica, um problema de pesquisa interessante.

A pesquisa foi direcionada a buscar associar técnicas e tecnologia para resolver esse problema de pesquisa, foi desenvolvido um painel elétrico por meio de comandos elétricos que é possível controlar o processo por meio manual via botão diretamente ligado ao painel, por controlador horário com suas funcionalidades e programações e remotamente com acionamento via celular por aplicativo através de um componente de automação residencial e adaptado ao sistema.

Com estudo de instalações elétricas dimensionamos todos o circuito de maneira adequada, conseguindo otimizar o consumo de energia elétrica, foi aplicado ao comando o sistema de partida suave para melhor controlar a rampa de corrente para beneficiar a vida útil do motor e componentes e ao mesmo tempo contribuindo ao consumo. O frequência dos acionamentos diminuiu, por ter um melhor controle das ações do dia a dia.

As proteções do motor e instalações dedicadas ao motor foram devidamente dimensionadas conforme a literatura nos mostrou, com um dimensionamento adequado o consumo de energia tende a baixar, a manutenção é preventiva e não imediata e com urgência.

O consumo da propriedade que no primeiro semestre de 2020, chegou em uma média de R\$ 330,00, hoje com essa tecnologia implantada nos dois últimos meses, foi possível constatar que já houve uma economia de 18% mês no consumo de energia gerado pela produção com grande influência da irrigação.

Chego à conclusão que a área da engenharia elétrica em especial as de comandos elétricos, instalações elétricas e automação industrial são contribuintes aos esforços de melhoria e otimização como um todo podendo navegar em diversas áreas da economia.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Agência Nacional de Águas, *Conjuntura Recursos Hídricos Brasil*, Uso da Águas, Brasília, DF, 2017, Cap.3p.54. Disponível em: [http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/uso\\_agua.f9c46ece.pdf](http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/uso_agua.f9c46ece.pdf), acesso em 01 nov. 2020.

BRONZEADO, Herivelto de Souza. In: *Workshop Internacional sobre Transformadores de Potência, Equipamentos, Subestações e Materiais*, VII Workspot, 2014, Benefícios Operacionais da Aplicação de Manobras Controladas de Equipamentos de Alta Tensão, Rio de Janeiro, Cigré Brasil, 2014.

CALBO, Adonai Gimenez; SILVA, Washington Luiz de Carvalho e, *Sistema Irrigas Para Manejo de Irrigação: Fundamentos, Aplicações, e Desenvolvimentos*, Brasília, Embrapa Hortaliças, 2005.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino, *Instalações Elétricas Prediais*, 23ª ed., São Paulo, Érica, 2017.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino, *Instalações Elétricas Prediais*, 14ª ed., São Paulo, Érica, 2006.

CHAPMAN, Stephen J., *Fundamentos de Máquinas Elétricas*, 5ª ed., Porto Alegre, AMGH, 2013.

COEL, *Interruptor Horário*, Rev. 0 11/11, Manaus, AM, 2020, Disponível em: [https://www.coel.com.br/wp-content/uploads/2016/07/Manual-de-Instrucoes-BWT40\\_r0.pdf](https://www.coel.com.br/wp-content/uploads/2016/07/Manual-de-Instrucoes-BWT40_r0.pdf), acesso em 23 Nov. 2020.

COTRIM, Ademaro A. M. B., *Instalações Elétricas*, 5ª ed., São Paulo, Person Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio, *Instalações Elétricas*, 16ª ed., Rio de Janeiro, LTC, 2016.

FERREIRA COSTA, Matheus Henrique, *Análise comparativa da utilização de dois equipamentos para partida direta de motores elétricos trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo: inversores de frequência x chaves de partida estática*, Centro Federal de Educação Tecnológico de Minas Gerais, Belo Horizonte, Ago.2014.

FRANCHI, Claiton Moro, *Acionamentos Elétricos*, 3ª ed., São Paulo, Érica, 2008.

G. NASCIMENTO, *Comandos Elétricos: Teoria e Atividades*, 1ª ed., São Paulo. Érica, 2011.

GOZZI, Giuseppe G.M., *Eletrônica: Máquinas e Instalações Elétricas*, Vol.3, São Paulo, Centro Paula Souza, 2011.

LIBARDI, P. L.; SAAD, A. M. *Aferição do Controle da Irrigação feito pelos Agricultores Utilizando Tensiômetro de faixas*, São Paulo, IPT, 1994, 14p.

MAMEDI FILHO, João, *Instalações Elétricas Industriais*, 8ª ed., Rio de Janeiro, LTC, 2011.

MAMEDI FILHO, João, *Instalações Elétricas Industriais*, 9ª ed., Rio de Janeiro, LTC, 2017.

NASCIMENTO JUNIOR, Geraldo Carvalho do, *Máquinas Elétricas: Teoria e Ensaios*, 4ª ed., São Paulo, Érica, 2011.

PETRUZELLA, Frank D., *Motores Elétricos e Acionamentos*, Porto Alegre, AMGH, 2013.

RIBEIRO, Marco Antônio, *Automação Industrial*, 4ª ed., Salvador, BA, e-book, 2001.

SILVEIRA, Paulo Rogério da, *Automação e Controle Discreto*, 8ª ed., São Paulo, SP, Érica 1998.

SONOFF, Sonoff Basic R2, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://sonoffbrasil.com.br/pt-BR/post/basic-r2>, acesso em 26 Nov.2020.

WEG, *Catálogo de Motores Elétricos*, Jaraguá do Sul, SC, 2020. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Motores-El%C3%A9tricos/Trif%C3%A1sico---Baixa-Tens%C3%A3o/Uso-Geral/W22/W22-IR4-Super-Premium/W22-IR3-Premium-2-cv-4P-L90S-3F-220-380-V-60-Hz-IC411---TFVE---B34D/p/12218733>, acesso em 19 Out. 2020.

WEG, *Contactors – CWM Line*, cod.50070163, Rev.05, Jaraguá do Sul, SC, 2020. Disponível em: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb7/hc7/WEG-CWM-contactors-50070163-en.pdf>, acesso em 01 Nov.2020.