

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
ENGENHARIA AGRÍCOLA

**VIABILIDADE ECÔNOMICA DE AUTOMAÇÃO NO SISTEMA DE
IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO CAFEIEIRO**

Anna Paula El Mann

ANÁPOLIS – GO
2012

ANNA PAULA EL MANN

**VIABILIDADE ECÔNOMICA DE AUTOMAÇÃO NO SISTEMA DE
IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO CAFEIEIRO**

Monografia apresentada à Universidade Estadual
de Goiás – UnUCET, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Água e Solo.

Orientador: Prof. Me. João Maurício F. Souza.

ANÁPOLIS – GO
2012

ANNA PAULA EL MANN

**VIABILIDADE ECÔNOMICA DE AUTOMAÇÃO NO SISTEMA DE
IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO CAFEIEIRO**

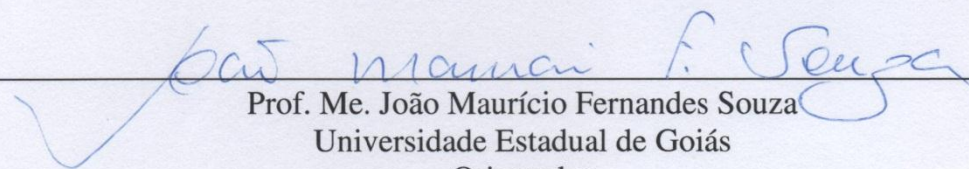
Monografia apresentada à Universidade Estadual
de Goiás - UnUCET, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Água e Solo.

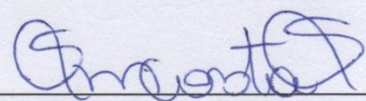
Orientador: Prof. Me. João Maurício F. Souza.

Aprovada em 28/11/2012

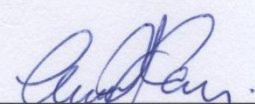
Banca Examinadora



Prof. Me. João Maurício Fernandes Souza
Universidade Estadual de Goiás
Orientador



Profª. Msc. Sandra Máscimo da Costa e Silva
Universidade Estadual de Goiás
Membro Avaliador



Prof. Ds. André José de Campos
Universidade Estadual de Goiás
Supervisão TCC

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar a Deus, pela força e coragem e por iluminar o meu caminho durante esta caminhada que está apenas começando.

A minha família, em especial a Rita, Georges, William e Tiffany, pela paciência e pelo apoio para que eu chegasse a mais esta etapa de minha vida.

A todos os professores do curso que foram tão importantes em minha formação acadêmica, em especial ao Prof. Me. João Maurício Fernandes Souza e a Prof^a. Msc. Sandra Máscimo da Costa e Silva que me ajudaram na confecção deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas, não podendo deixar de citar os meus companheiros inesquecíveis de curso: Alan Amorim, Antonio Henrique, Eugênio Viana, Katiene Siqueira, Rafael Rabelo, Thiago Borges e a todos que se fizeram e se fazem presente junto a mim.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	VI
RESUMO.....	VII
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO.....	12
3.2 IRRIGAÇÃO LOCALIZADA	12
3.3 GOTEJAMENTO	13
3.4 MICROASPERSÃO.....	14
3.5 SUBIRRIGAÇÃO	15
3.6 VANTAGENS DA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA	15
3.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA	17
3.7.1 Vantagens no uso do sistema automatizado na irrigação	17
3.7.2 Desvantagens ou limitações no sistema de irrigação automatizado	18
3.8 EQUIPAMENTOS DA AUTOMAÇÃO.....	19
3.9 IRRIGAÇÃO NA CULTURA DE CAFÉ	20
3.9.1 Irrigação por gotejamento em café	22
3.10 CUSTOS NA IRRIGAÇÃO	23
3.11 HORÁRIO DE PONTA.....	24
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E CULTURA	25
4.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO ..	25
4.2.1 Cálculo da quantidade de água necessária	25
4.2.2 Evapotranspiração da cultura	25
4.2.3 Características hidráulicas do emissor	26
4.2.4 Volume de água aplicada por planta (Vol)	26
4.2.5 Tempo de irrigação por setor (T_i)	26
4.2.6 Número de unidades operacionais (N)	27
4.2.7 Área do setor	27
4.2.8 Vazão necessária ao sistema por hectares (Q).....	27

4.2.9 Dimensionamento hidráulico do sistema	27
4.2.10 Cabeçal de controle.....	29
4.2.11 Altura manométrica total (Hm)	30
4.2.12 Potência do conjunto moto-bomba.....	30
4.3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO E MANUAL	30
4.4. CÁLCULO DA DEPRECIAÇÃO DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	31
4.4.1 Cálculo dos juros sobre o capital investido	31
4.4.3 Cálculo do valor do seguro.....	31
4.4.4. Manutenção do sistema	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA	36
5.1.1 Sistema manual com funcionamento máximo em 8 horas	36
5.1.2 Sistema com funcionamento máximo em 21 horas (manual e automático) .	38
5.2 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS DIMENSIONADOS	40
5.3 CÁLCULO DA DEPRECIAÇÃO DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	41
6 CONCLUSÃO.....	47
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
APÊNDICES	51
ANEXOS	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Valores médios mensais de Kc, ETc e ETo para os cafeeiros arábica a partir da quarta safra em Planaltina-DF para os anos de 2008, 2009 e 2010.....	35
Tabela 02 - Valores médios de KI segundo a metodologia de Keller-Bliesner, para colheita de café mecanizado, nas fases do cafeeiro com as respectivas PAM e PAS.....	35
Tabela 03 - Planilha de operação do sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas.....	38
Tabela 04 - Cálculo hidráulico do sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas.....	39
Tabela 05 - Planilha de operação do sistema com funcionamento máximo de 21 horas (manual e automático).....	40
Tabela 06 - Cálculo hidráulico do sistema com funcionamento máximo de 21 horas (manual e automático).....	41
Tabela 07 - Depreciação do sistema manual com funcionamento máximo em 8 horas, em um período de 10 anos.....	43
Tabela 08 - Custos fixos e variáveis com o sistema manual de funcionamento máximo de 8 horas.....	44
Tabela 09 - Depreciação do sistema manual com funcionamento máximo em 21 horas, em um período de 10 anos.....	44
Tabela 10 - Custos fixos e variáveis com o sistema manual de funcionamento máximo de 21 horas.....	45
Tabela 11 - Depreciação do sistema automático com funcionamento máximo em 21 horas, em um período de 10 anos.....	45
Tabela 12 - Custos fixos e variáveis com o sistema automático de funcionamento máximo de 21 horas.....	46
Tabela 13 - Comparação dos custos de implantação e os custos durante uma vida útil de 10 anos, entre os sistemas de irrigação manual com funcionamento máximo de 8 horas, manual e automático com funcionamento máximo, ambos com 21 horas.....	46

RESUMO

A irrigação, conhecida como a aplicação artificial de água ao solo, vem sendo desenvolvida há séculos pela humanidade devido ao seu importante e notável papel na agricultura, pois apesar de a área irrigada na Terra ser consideravelmente pequena, ela produz alimento para mais da metade da população, pois promove o bom desenvolvimento das plantas e garante uma boa colheita, tendo assim um papel importante tanto na produção quanto na economia mundial. A utilização de sistemas de irrigação mais eficientes é um alvo constante no cotidiano e assim, os sistemas de irrigação automatizados para o controle da agricultura vem ganhando cada dia mais abrangência. O objetivo desse trabalho foi o dimensionamento e análise econômica (custos fixos e variáveis) de um projeto de irrigação localizada por gotejamento para a cultura de café (*Coffea arabica*), na cidade de Planaltina – DF, que obtivesse a melhor viabilidade técnica e econômica. Foram dimensionados três projetos de irrigação, sendo: um manual com funcionamento máximo de 8 horas, manual com funcionamento máximo de 21 horas e automático com funcionamento máximo de 21 horas, ambos respeitando o horário de ponta. Após o dimensionamento hidráulico dos 3 sistemas, analisando os custos de implantação dos três projetos, o sistema manual com funcionamento de 21 horas mostrou ter um valor de investimento menor do que o sistema automatizado, entretanto analisando os custos fixos e variáveis e considerando uma depreciação para um período de vida útil de 10 anos, o sistema automático apresentou uma economia de 1,4% em relação ao sistema manual de 21 horas e 28,72% de economia em relação ao sistema manual com funcionamento de 8 horas, demonstrando a viabilidade de automação em sistemas de irrigação localizada em café.

Palavras-chave: Irrigação localizada, Economia, *Coffea arabica*.

1 INTRODUÇÃO

O café é um dos mais importantes produtos agrícolas do mundo, chegando a gerar aproximadamente US\$ 12 milhões por ano com o produto limpo e beneficiado. A cultura de café, em destaque para o *Coffea arábica* e o *Coffea canéfora*, do ponto de vista comercial são as únicas espécies importantes do gênero *Coffea*, que tem sido cultivado em muitos países tropicais e que corresponde a 70% do café consumido no mundo, devido a bebida ser de qualidade superior (MUDRIK, 2005).

O Brasil é o maior produtor e o segundo maior consumidor de café no mundo. Em 2011 a produção de café no Brasil atingiu 48 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado sendo que aproximadamente 10% da área total de produção é cultivada com irrigação, proporcionando 25% da produção total (EMBRAPA, 2012).

Na busca por maiores produtividades e competitividade no agronegócio, vem ocorrendo um crescente aumento na irrigação do café no Cerrado, segundo maior bioma brasileiro, e com isso necessita-se também usar tecnologias adequadas à região a fim de racionalizar a atividade cafeeira. O Cerrado é responsável por aproximadamente 40% da produção brasileira de café e ainda existe a necessidade de melhorar a qualidade e produtividade desse produto para que se tenha mais sustentabilidade na produção nessa região (GUERRA et al., 2005).

A técnica de irrigar vem sendo desenvolvida e aprimorada há séculos pela civilização, é considerada como uma aplicação artificial de água ao solo, quando ocorre a falta das chuvas ou a sua irregularidade, em quantidades suficientes para que proporcione o bom desenvolvimento das plantas cultivadas, satisfazendo as necessidades hídricas das culturas, garantindo uma boa colheita (MELLO e SILVA, 2007).

A agricultura irrigada ocupa em torno de 275 milhões de hectares, aproximadamente 18% da área agricultável no mundo. Mesmo sendo pequena esta parcela em relação ao total cultivado, a área irrigada produz alimentação para mais da metade da população da Terra. Sendo assim nota-se o seu importante papel tanto na produção quanto na economia mundial (COELHO et al., 2005).

De acordo com dados da FAO (Food and Agriculture Organization) referentes ao ano de 1998, a China possui a maior área irrigada do planeta, sendo esta superior a 52 milhões de hectares, o Brasil ocupa a 17ª posição, com mais de 2,6 milhões de hectares irrigados.

Existem estimativas de que a área brasileira com técnicas de irrigação é de 18% da área cultivada e contribui aproximadamente com 42% da produção total (PIRES et al., 2008).

Embora esta seja uma atividade muito antiga, o Brasil ainda é um iniciante, seu uso tornou-se mais frequente durante os últimos trinta anos, o primeiro projeto de irrigação foi feito em meados de 1881 no Rio Grande do Sul com o arroz irrigado por inundação e em São Paulo com a cultura de café irrigada por aspersão, por volta das décadas de 60 e 70, que a irrigação chegou a região Nordeste (BRASIL, 2010).

A irrigação no Brasil depende basicamente dos fatores climáticos porque a maioria dos Estados possui em um período de chuvas e de seca, na região Nordeste, por exemplo, é uma técnica absolutamente necessária para amenizar o problema das secas periódicas que geram problemas à sociedade e à economia local, já nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, a irrigação é uma técnica complementar devido à irregularidade das chuvas (MELLO e SILVA, 2007).

Em relação à segurança alimentar tal técnica é uma das mais importantes para o aumento da produtividade agrícola, proporciona uma produção de alimentos com riscos reduzidos, aumento de renda e o número de empregos para o setor rural, garante a produção agrícola com melhor produtividade, mais de uma colheita por ano, em mesma área, de várias culturas e até mesmo fora de época.

O setor agrícola brasileiro tem bastante potencial para expandir sua área irrigada, que hoje pode ser considerada pequena quando comparada com seu potencial, contudo para que isto ocorra o consumo de água potável é bastante elevado, hoje o setor agrícola consome mais até que o setor industrial, e para regiões onde a seca é extrema pode-se tornar inviável para a população, porém com a incorporação de novas tecnologias e a aplicação de uma melhor gestão do uso da água estes números podem diminuir (COELHO et al., 2005).

O manejo adequado da irrigação é uma prática que adota critérios na aplicação da água como o momento e as quantidades ideais, assim as plantas têm suas necessidades hídricas supridas e ainda um uso mais racional da água, de energia elétrica e até mesmo dos insumos, gerando um impacto ambiental menor (DUARTE, 2010).

De acordo com Duarte (2010), a irrigação localizada vem sendo bastante adotada, com o objetivo de se obter um melhor aproveitamento da água e evitar desperdícios, racionalizando assim seu uso. Sendo caracterizada pelas formas em que a água é diretamente aplicada no sistema radicular, com pequena intensidade e alta frequência, podendo ser feita por gotejamento e microaspersão (MUDRIK, 2005).

Atualmente com a automação, os métodos de irrigação localizada têm passado por um processo constante de modernização em todo o mundo, o que juntamente com suas características o faz um método extremamente atraente (ESTEVES et al., 2012).

No Brasil, os sistemas de irrigação automatizados vem ganhando cada dia mais abrangência. Atualmente existe uma série de inovações tecnológicas que permitem aos equipamentos controlar de forma mais adequada à aplicação da água, isto aperfeiçoa o processo, o manejo fica mais preciso nos tempos e turnos de irrigação, as aplicações hídricas com o mínimo de perdas reduzindo os desperdícios de água potável, proporcionando maior produtividade, diminuindo a necessidade de drenagem da lavoura, proporciona aplicação de adubos, controle de pragas e doenças simultaneamente com a irrigação, diminui a mão-de-obra e custos, entre outros benefícios (SUZUKI e HERNANDEZ, 2012).

Contudo, a otimização não ocorre apenas com os recursos produtivos, mas também proporciona vantagens operacionais como a irrigação noturna em grandes áreas sem a supervisão de um funcionário.

A utilização de sistemas de irrigação mais eficientes é um alvo constante no cotidiano, os sistemas de irrigação automatizados para o controle da agricultura, possui um vasto mercado, e apresenta uma tecnologia com custo de implantação relativamente alto, o que dificulta os pequenos e médios proprietários de terra a terem acesso, porém o retorno do investimento ao longo do tempo pode tornar tal projeto viável (SILVA et al., 2007).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaboração do projeto de um sistema de irrigação localizada por gotejamento com automação e sem automação para a cultura de café.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Serão comparados os custos de implantação de um projeto de irrigação localizada:

- Manual com funcionamento máximo de 8 horas;
- Manual com funcionamento máximo de 21 horas; e
- Automatizado com funcionamento máximo de 21 horas.

Serão avaliados ainda para uma vida útil de 10 anos:

- Depreciação dos três sistemas;
- Custos fixos;
- Custos variáveis; e o
- Valor de sucata.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Um sistema de irrigação é composto por um conjunto de técnicas agrícolas, que tem a finalidade de distribuir água aos cultivares de modo que os mesmos tenham seu desenvolvimento adequado, com o mínimo de perdas de água. Um projeto de irrigação é composto basicamente pelo sistema de irrigação e o sistema de drenagem, quando este for necessário. O sistema de irrigação é composto principalmente pelos subsistemas de captação, condução e aplicação. A captação de água pode ser feita por bombeamento, método mais comum em que a fonte de abastecimento é localizada em uma cota inferior em relação à área irrigada, ou por gravidade que é pouco utilizado, pois a cota do nível de água deve ser acima do terreno irrigado, isso é mais frequente em rios, onde um canal transporta a água diretamente. O subsistema de condução corresponde ao conjunto de estruturas hidráulicas que conduz e distribui a água, e este depende diretamente do método de irrigação adotado. A forma de aplicação da água também está relacionada com o método de aplicação, onde cada um tem suas características (MELLO e SILVA, 2007).

O método de irrigação é o modo como a água é aplicada às culturas. Devido às variedades de solos, de climas, as diferentes necessidades hídricas das culturas e também pela disponibilidade econômica de cada proprietário para a adaptação do sistema, justifica-se a quantidade de métodos de irrigação existentes, que são basicamente de superfície, aspersão, localizada e subirrigação, onde para cada um, existem dois ou mais sistemas que podem ser aplicados (BRASIL, 2001).

Fatores como a disponibilidade de água, custo, qualidade e vazão da água; textura, salinidade e profundidade do solo; características comerciais, resistência a doenças, hábitos de crescimento da cultura; declividade do terreno, clima, mecanização, tratamentos culturais, aspectos econômicos, mão-de-obra e o desejo do proprietário, influenciam diretamente na escolha do método de irrigação, ou seja, o método considerado ideal é aquele que melhor se adequa às condições locais (MELLO e SILVA, 2007).

3.2 IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

A irrigação localizada é uma forma de irrigação onde a água é aplicada diretamente sobre o sistema radicular das plantas com pequena intensidade e alta frequência, desse modo haverá uma redução da área molhada diminuindo as perdas por evaporação direta da água no

solo para atmosfera, obtendo um melhor aproveitamento e uso dos recursos hídricos e uma eficiência de aplicação maior. É uma técnica que vem sendo fortemente adotada onde o sistema em si é fixo e constituído pelo número de linhas laterais necessárias para suprir toda a área, de modo que não ocorre à movimentação destas. O funcionamento deve ser feito por partes, onde somente um determinado número de linhas deve funcionar por vez para minimizar a capacidade do cabeçal de controle (BERNARDO et al., 2006).

De modo geral, o sistema é composto por um conjunto moto-bomba, um cabeçal de controle, que juntamente com os emissores, é um dos componentes mais importantes, constituído por equipamentos como o medidor de vazão, filtros de areia e tela, injetor de fertilizantes, válvulas de controle de pressão, registros e manômetros; a linha principal, que pode ser enterrada ou superficial, a linha de derivação, as linhas laterais e os emissores que podem ser gotejadores ou microaspersores (MELLO e SILVA, 2007).

Os principais sistemas de irrigação localizada são: gotejamento, microaspersão e subsuperficiais. A proporção de área molhada varia de 20 a 80% da área total, o teor de água no solo pode ser controlado com irrigações frequentes e em pequenas quantidades resultando em uma economia de água. Com o manejo adequado, precavendo contra contaminações no lençol freático, pode ser aplicado, juntamente com a irrigação, fertilizantes e alguns defensivos, proporcionando um aumento na produtividade (BRASIL, 2001).

Por se tratar de um sistema fixo, o custo de implantação é mais elevado, limitando o seu uso para culturas de maior valor econômico, ou seja, que proporcionam maior retorno. Sendo utilizada comumente em frutíferas, na cafeicultura e alguns frutigranjeiros de maior valor comercial, pois em se tratando de custo de implantação, quanto maior o espaçamento entre as plantas, maior será o espaçamento dos emissores, o que diminui o número de emissores por unidade de área, onde o custo do sistema será menor (BERNARDO et al., 2006). Uma maneira de diminuir custos com o sistema, é que ele permite um elevado nível de automação, requerendo menor emprego de mão-de-obra para a operação (BRASIL, 2001).

3.3 GOTEJAMENTO

De acordo com Bernardo et al. (2006), no sistema de gotejamento, a água é aplicada sob a forma pontual na superfície do solo, fazendo com que a área molhada adquira forma circular e o seu volume molhado a forma de um bulbo, entretanto se os pontos forem próximos uns dos outros, é formada uma faixa contínua.

Através de tubos perfurados com orifícios de pequenos diâmetros ou mesmo por gotejadores, a água é aplicada no sistema radicular da cultura. Os gotejadores são peças de baixo custo, materiais resistentes e compactos que são conectados a tubulações flexíveis, geralmente de polietileno, podendo ser instalados sobre a linha, na linha, em alguma extensão da linha ou até mesmo junto com a linha lateral, e trabalham com pressões variando entre 5 a 30 m.c.a e vazões entre 1 a 20 l.h⁻¹. Para garantir a qualidade do projeto, no dimensionamento, a variação entre o primeiro e último gotejador na linha lateral não deve ser superior a 10% da vazão média dos gotejadores ao longo da linha (BERNARDO et al., 2006; DUARTE, 2010; EMBRAPA, 2012).

Quando comparado com o sistema de microaspersores, a vantagem do gotejamento é que como a água é aplicada na superfície do solo, não molha nem as folhas e nem o tronco das plantas; em relação ao sistema subsuperficial, os gotejadores são instalados, inspecionados, limpos e substituídos com mais facilidade. Sobre as desvantagens, os gotejadores, principais peças do sistema, necessitam de uma excelente filtragem da água para se evitar o entupimento dos orifícios e uma interferência nas culturas quando as laterais não estão enterradas; em caso de solos arenosos, o bulbo do volume molhado, pode vir a se alongar para baixo provocando perdas por percolação profunda (BRASIL, 2001).

3.4 MICROASPERSÃO

No sistema de microaspersão, a área molhada é definida em forma de discos ou faixas molhadas em baixo da copa das plantas, com uma vazão de forma pulverizada, de 20 a 150 l.h⁻¹, permitindo assim, o umedecimento de uma área maior, o que é uma vantagem para culturas com espaçamentos maiores e plantadas em solos arenosos (BERNARDO et al., 2006; BRASIL, 2001).

Neste tipo de irrigação localizada a aplicação de água é feita por aspersão ocorrendo na forma de jatos de gotas pequenas ou por névoa ou neblina. Para aspergir a água são usados emissores denominados microaspersores e estes podem ser classificados como rotativos ou estacionários, este último também conhecido como aspersor do tipo *spray*, podendo a água ser aplicada sobre ou abaixo da folhagem dependendo da cultura e características do projeto (DUARTE, 2010).

Esta técnica se destaca dentre os outros sistemas por requerer uma manutenção mais simples, há a necessidade de filtragem da água, porém a propensão ao entupimento é menor, devido ao maior diâmetro dos bocais dos microaspersores em relação aos gotejadores. Pode

sofrer a influência do vento, com culturas de pequeno porte ou em pomares jovens, além do efeito da evaporação direta da água do jato, em locais muito secos. Pode estimular o desenvolvimento de doenças de ambiente úmido (BRASIL, 2001).

3.5 SUBIRRIGAÇÃO

Na subirrigação, o lençol freático é mantido a uma profundidade, de modo a permitir um fluxo de água adequado à zona radicular da cultura. Geralmente está associado a um sistema de drenagem subsuperficial. Havendo condições satisfatórias, pode-se constituir no método de menor custo. No Brasil, esse sistema de irrigação tem sido empregado com relativo sucesso no projeto do Rio Formoso, Estado de Tocantins (BRASIL, 2001).

3.6 VANTAGENS DA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

De modo geral, a finalidade básica de qualquer sistema de irrigação é proporcionar água às culturas de maneira que as exigências hídricas durante todo o seu ciclo sejam supridas, possibilitando altas produtividades e produtos de boa qualidade (BERNARDO, 2008).

O Brasil possui uma grande diversificação em biomas, o Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro ocupando aproximadamente 24% do País, compreendendo os Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Tocantins, caracterizado por suas regiões de elevadas altitudes, outra característica importante é sobre as chuvas e sua forte sazonalidade, com um período chuvoso basicamente concentrado e com a possibilidade de ocorrer intensos veranicos nessas épocas, o resto do ano é marcado por um período seco, onde praticamente não chove. Devido a essas deficiências hídricas, surge a necessidade da irrigação que se mostra como uma prática importante para garantir a estabilidade da produção agrícola na região (LIMA e SILVA, 2008).

Ainda, segundo Lima e Silva (2008), o Cerrado possui grande importância agrícola não só no País, mas também no mundo, e a prática da irrigação proporciona esta geração de renda, alimentos e empregos. Então, a vantagem em geral da irrigação e sua principal justificativa econômica da irrigação suplementar, é a garantia da safra mesmo com a incerteza das chuvas (BRASIL, 2010).

De acordo com Bernardo (2008), entre as inúmeras vantagens do emprego racional da irrigação, é possível citar:

- a) Suprimento das necessidades hídricas das plantas cultivadas, podendo aumentar a produtividade de 2,5 a 3,0 vezes em áreas irrigadas em relação às áreas não irrigadas;
- b) Permite o cultivo ou colheita duas vezes ou mais ao ano, em uma mesma área;
- c) Possibilita através da fertirrigação um uso mais eficiente de fertilizantes, diminuindo custos e facilitando as aplicações;
- d) Incentiva a introdução de culturas com maior valor comercial, minimizando os riscos do investimento;
- e) Permite programas de cultivo, escalonando plantios, tratos culturais e as colheitas.

Em relação aos sistemas de irrigação localizada, sua principal vantagem, é que como a área irrigada é apenas ao redor da planta, ocorre um melhor aproveitamento hídrico, diminuindo as perdas por evaporação direta da água no solo para a atmosfera, reduz a percolação profunda, escoamento superficial e a deriva. Sem contar sua economia em relação à energia elétrica utilizada, aos equipamentos empregados como as bombas que não necessitam de grandes potências, quando comparados com outros sistemas de irrigação (DUARTE, 2010).

Ainda segundo Duarte (2010), como o sistema mantém a umidade consideravelmente constante, obtém-se uma maior produtividade, melhorando a qualidade do produto e diminuindo a probabilidade de salinização do solo. Proporciona uma maior eficiência na aplicação de fertilizantes, inseticidas, fungicidas, que podem ser feitos juntamente com a irrigação, reduzindo também a mão-de-obra.

Pode ser recomendada para lugares onde a água é mais escassa ou seu custo é mais elevado, e regiões onde a seca seja mais prolongada, e se adapta a diferentes tipos de solo e topografia, facilita o controle sanitário e não interfere nas práticas culturais (ESTEVEZ et al., 2012).

Além de todas essas vantagens, o sistema pode ser automatizado, permitindo manter os níveis de umidade no solo otimizado, aumentando a produtividade, melhorando a qualidade do produto, racionalizando o uso dos recursos hídricos e economizando mão-de-obra (DUARTE, 2010).

Não pode-se deixar de citar, as desvantagens da irrigação localizada, que se deve a grande possibilidade de entupimento dos emissores, devido às impurezas da água, onde é necessário monitorar a qualidade da mesma sendo indispensável a utilização de sistemas de filtragem. Outro problema está relacionado com a formação do sistema radicular, que em função do bulbo molhado que se forma no solo, tende a ficar mal distribuído, entretanto este

pode ser contornado com a melhor distribuição dos gotejadores sob a copa da planta. Em relação ao custo, quando comparado com outros sistemas, a irrigação localizada possui um custo de implantação elevado, possui uma maior necessidade de manutenção devido à possibilidade de entupimento nos emissores, exigindo aplicação de uma mão-de-obra especializada e uso de tecnologia, isso faz com que seu uso seja feito em culturas com alto valor econômico (ESTEVEZ et al., 2012).

3.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA

Com o intuito de aumentar a eficiência do uso da água e energia, possibilidade de controlar a aplicação de produtos químicos, redução da mão-de-obra, e principalmente da necessidade de incrementar a produção agrícola, o interesse do produtor nacional cada vez mais cresce em relação à automação e manejo da irrigação. Sistemas automáticos de controle de irrigação se tornaram uma ferramenta essencial para controlar a aplicação de água na quantidade necessária e no devido tempo, controle das operações de fertirrigação, retrolavagem de sistemas de filtragem, contribuindo para a manutenção da produção agrícola e, também, para a utilização eficiente dos recursos hídricos, além disso, ainda permite o acionamento de conjuntos motobomba de forma remota (TESTEZLAF, 1996).

De maneira simplificada, o processo de automatizar um sistema de irrigação, pode ser descrito com a emissão de sinais elétricos e/ou hidráulicos feitos por um controlador central, que são recebidos por acessórios, por exemplo, válvulas elétricas e relês (GUIRRA e SILVA, 2010).

O uso do sistema automático de controle na área de manejo de irrigação pode vir a contribuir significativamente na redução de custos de produção e diminuir os impactos da irrigação sobre a disponibilidade dos recursos hídricos (TESTEZLAF, 1996).

3.7.1 Vantagens no uso do sistema automatizado na irrigação

Segundo Gornat e Silva (1990), várias são as vantagens na utilização de sistemas de controle na irrigação. Dentre elas pode-se citar:

- a) Economia de recursos hídricos: pois é possível monitorar os volumes aplicados mais precisamente. Outro fator importante é a não ocorrência do esvaziamento ou drenagem das tubulações após os eventos de irrigação;
- b) Economia de energia: a operação do sistema de bombas é otimizado e ocorre somente em função das reais necessidades de irrigação;

- c) Economia de mão-de-obra: como a maioria das operações passa a ser automatizada ocorre uma substancial diminuição da necessidade de mão-de-obra e no custo operacional do sistema;
- d) Economia de fertilizantes: com a automação da operação de adubação permite administrar quantidades de adubos de forma mais precisa com aplicações a baixas concentrações;
- e) Melhor administração da atividade agrícola: pois com o monitoramento do sistema sendo feito com mais segurança e precisão, os sistemas de controle permitem que sejam tomadas decisões mais rápidas e baseadas em históricos de aplicações de água e de fertilizantes.

E ainda, não podendo deixar de ressaltar a eficiência na aplicação de água, a diminuição da potência de acionamento, tempos e turnos de irrigação mais precisos e a possibilidade de irrigações noturnas sem acompanhamento (SUZUKI e HERNANDEZ, 2012).

3.7.2 Desvantagens ou limitações no sistema de irrigação automatizado

De acordo com Gornat e Silva (1990):

- a) Custo elevado: as implantações de sistemas de controles nos projetos exigem um investimento elevado por parte do agricultor, encarecendo assim o seu custo inicial e limitando-se o seu uso a agricultores capitalizados.
- b) Mão-de-obra especializada: devido à complexidade dos sistemas de controle e as suas formas não favoráveis de programação exigem uma mão-de-obra especializada e treinada no uso e no gerenciamento de informações.
- c) Confiança excessiva no sistema de controle, como os agricultores passam a acreditar que o sistema automático é a solução para todos seus problemas e que o mesmo consegue auto solucionar falhas técnicas e humanas, eles começam a confiar excessivamente no sistema e tornam-se relapsos com tratos culturais, com a manutenção preventiva do sistema, e principalmente em verificar se o manejo adotado automaticamente satisfaz as necessidades de sua cultura.

3.8 EQUIPAMENTOS DA AUTOMAÇÃO

Em um sistema de irrigação e/ou adubação/distribuição de água, existem várias possibilidades de automação, de acordo com Suzuki e Hernandez (2012), serão descritos a seguir os principais elementos que compõem um sistema de automação.

a) Válvula de Controle Elétrico

A sua abertura ou fechamento é controlado por uma válvula solenóide, ativada por corrente elétrica ou por pulsos elétricos. Normalmente a tensão de acionamento dos solenóides é de 24 VAC (voltagem em corrente alternada), apresentando uma corrente de atracação e outra de retenção, que variam em função do fabricante.

b) Válvula de Controle Hidráulico

Este tipo de válvula tem sua abertura ou fechamento a partir de um comando de pressão, conduzido por tubos de controle, de um controlador eletrônico que gerencia a abertura ou fechamento das válvulas no campo.

c) Válvula Reguladora de Pressão

Esta válvula mantém a pressão de saída constante, independentemente da flutuação da pressão de entrada e/ou da vazão. Além dessa válvula própria para regular pressão, existem as válvulas piloto que, quando acopladas em determinadas válvulas, proporcionam a estas a característica de reguladora de pressão.

d) Válvula de Alívio

A válvula atua abrindo-se quando a pressão na rede ultrapassa o nível de segurança, aliviando, desta forma, o excesso de pressão na rede. Quando a pressão volta ao normal, a válvula volta a se fechar.

e) Válvula de Controle de Vazão

Esta válvula é utilizada para limitar a vazão a um nível presente, independentemente das variações de pressão na rede.

f) Válvula de Controle de Bomba

Sua função é controlar a partida e parada do bombeamento de forma a torná-lo suave, para evitar os danos causados pelas ondas geradas no início e no fim do funcionamento do bombeamento (golpe de aríete).

g) Válvula de Controle de Retrolavagem

É uma válvula selecionadora, ativada pela pressão da rede, que fecha a entrada do filtro e abre a saída do fluxo de lavagem, causando um fluxo reverso no filtro.

h) “Wireless” (Manual e Controle Remoto)

São controladores que são conectados diretamente em válvulas, dispensando cabos elétricos, podendo ser programados manualmente ou por controle remoto. A fonte de energia normalmente é proveniente de uma bateria alcalina de 9 V (volts), acoplada ao controlador. Nas válvulas tipo "wireless" (sem fio) de programação manual, existe seletores acoplados que possibilitam programar o início da irrigação, a duração da irrigação e o horário, porém a faixa de programação é restrita. Já os de programação por controle remoto possuem uma faixa mais ampla de programação, além de possuir outros recursos, tal como desligamento automático (modalidade chuva).

i) Controladores Eletrônicos

O controlador eletrônico em um sistema de irrigação é uma espécie de administrador da irrigação. É ele que armazena e processa todas as informações nele embutidas. Em geral os controladores apresentam uma fonte de alimentação de 110 ou 220 V (volts), com saída para as válvulas de 24 VAC (voltagem em corrente alternada), possuem de 2 a 4 programas independentes, programação dos dias da semana, 3 a 16 horários de partida ("start"), tempo programado em minutos e horas, mantém a hora, data e programação em caso de queda de energia utilizando pilha de lítio 9 volts, programação individual semi-automática ou manual e admitem o acoplamento de sensor de chuva, ou outros sensores de controle da irrigação.

3.9 IRRIGAÇÃO NA CULTURA DE CAFÉ

A cafeicultura irrigada é uma realidade no cenário nacional, ela visa suprir as necessidades hídricas da planta, frisando que esta técnica não funciona separadamente, é necessário que boas práticas de manejo estejam sendo aplicadas (MUDRIK, 2005).

Vários sistemas de irrigação podem ser utilizados em cafezais, podendo citar: a irrigação localizada por gotejamento e microaspersão, irrigação por aspersão convencional, autopropelido, pivô central e sistemas menos sofisticados com mangueiras simples ou perfurados (BONOMO et al., 2008).

A necessidade hídrica do cafeeiro varia bastante de acordo com a fase que se encontra a planta, nas condições brasileiras, o período de vegetação e frutificação que seria em torno de outubro a maio, a cultura se torna mais exigente em água, e na fase de colheita e repouso, aproximadamente de junho a setembro, essa necessidade diminui. Na região do Cerrado, as fases de vegetação e frutificação geralmente coincidem com os períodos de verão, e seu efeito é sentido pela cultura por ser basicamente quando a mesma se encontra

em sua fase crítica e devido à baixa capacidade de retenção de água dos solos, desse modo a irrigação suplementar promove a recarga hídrica nos solos nesse período (MUDRIK, 2005).

Assim, visando estabelecer um sistema de produção mais eficiente para que a cafeicultura irrigada seja mais competitiva e sustentável, a Embrapa Cerrados vem desenvolvendo estudos sobre a aplicação do estresse hídrico controlado na estação seca do Cerrado para sincronizar o desenvolvimento dos botões florais garantindo uma alta produtividade do café e ainda uma redução do uso da água e da energia na irrigação (EMBRAPA, 2012).

De acordo com Guerra et al. (2005), o estresse hídrico vem a ser a interrupção das irrigações em até 70 dias no período mais seco e frio do ano, onde em seguida o produtor deve retomar com as irrigações para que as altas temperaturas, geralmente no final de setembro, não comprometam o pegamento da florada do cafeeiro, assim haverá uma maior uniformidade na floração e na maturação dos frutos onde o produtor consegue uma maior produtividade, mais qualidade e menor custo na produção. Se caso, a cultura seja irrigada sem interrupções durante o ano, pode ser que a planta apresente vários períodos de floração e como consequência grande desuniformidade na maturação de seus grãos (EMBRAPA, 2012).

Esta suspensão de irrigação para a floração ou simplesmente déficit hídrico para quebra de dormência e uniformização ou sincronização da florada é assunto que tem gerado muita polêmica, devido às diferenças climáticas de cada região cafeeira e de cada ano em cada região, bem como das condições da lavoura, quanto a sua idade, espaçamento, espécie e variedade. Como a cafeicultura apresenta uma variabilidade enorme de clima, sol, espaçamentos, variedade e manejo nutricional, fitossanitário e cultural, é recomendável que o estresse hídrico, seja aplicado com cuidado e analisado sob aspecto de qualidade de café e os níveis de produtividade. Desse modo, esta técnica deve ser bem estudada regionalmente em função das condições climáticas, sem regras pré-estabelecidas de datas marcadas para início e fim, sem o devido acompanhamento dos dados climáticos e vegetativos da cultura, sendo assim, de modo geral recomenda-se o uso imitando-se a natureza, sendo em regiões frias 45-60 dias, em regiões médias 30-45 dias e quentes até no máximo de 30 dias antes da floração que irá variar de ano para ano (PINOTTI et al., 2009).

De acordo com Guerra et al. (2005), comparando cafeeiros irrigados durante todo o ano e os sujeitos a estresse hídrico adequado, pode-se inferir que essa estratégia de manejo de água causa uma redução de 33% da água e energia usada na irrigação, um aumento da produtividade de pelo menos 14 sc.ha⁻¹ de café beneficiado e aumento de 30% de grãos

cerejas no momento da colheita elevando significativamente o potencial de produção de cafés especiais de melhor preço no mercado.

3.9.1 Irrigação por gotejamento em café

O cafeeiro é uma planta perene, que completa seu ciclo de produção em dois anos. Sendo que no primeiro ano, ocorre a emissão dos ramos que serão os formadores das flores e frutos no ano seguinte. Neste mesmo ano, ocorre a emissão de novos ramos, flores e frutos. Desta forma, a deficiência hídrica pode afetar a safra anual e a do ano seguinte, por isso é importante o conhecimento das necessidades hídricas do cafeeiro (ESTEVES et al., 2012).

Para irrigação de um cafezal, a escolha do sistema está mais relacionada com o que mais se adapta com a situação em particular devido a fatores como custos dos equipamentos, gastos operacionais, disponibilidade e qualidade da água, topografia, energia, possibilidade do aumento de produção e disponibilidade financeira do proprietário para investimentos no sistema (MUDRIK, 2005).

De acordo com Lima e Silva (2000), o sistema de irrigação por gotejamento pode fazer com que a cultura do café atinja o dobro de produção em relação a outros sistemas de irrigação, o que mantém a safra estável durante diversos ciclos. Todavia, deve-se lembrar que a técnica deve fazer parte de um programa de práticas para garantir a máxima produção de maneira mais eficiente possível.

Segundo Martins et al. (2007), o uso da técnica de irrigação, por gotejamento superficial ou subsuperficial em cafeeiros, acarreta produção significativamente superior aos cafeeiros não irrigados. Na ausência da prática da irrigação em áreas onde o déficit hídrico chega a comprometer a produção, o País deixaria de produzir de 2 a 2,5 milhões de sacas beneficiadas por ano.

Para Mantovani (2000), o sistema de irrigação por gotejamento é o que melhor se ajusta à irrigação do cafeeiro, além de possibilitar a aplicação de fertilizantes pela água, motivo pelo qual vem apresentando ampla expansão.

Comparando resultados de produtividade de cafeeiro não-irrigado, irrigado e fertirrigado para as safras de 1998 até 2000, Antunes et al. (2000), encontraram aumentos de 66% e 123% nas áreas irrigadas e irrigada-fertirrigada, respectivamente, quando comparados aos tratamentos não-irrigados. Faria et al. (2000), estudando os efeitos de lâminas de irrigação sobre a produtividade do cafeeiro, na região sul de Minas Gerais, obtiveram aumentos em produtividade da ordem de 25 a 54%.

3.10 CUSTOS NA IRRIGAÇÃO

As estimativas de custos baseiam-se principalmente em dados já existentes, a qualidade destes, é um fator importante, para dar confiabilidade à decisão de viabilidade.

De acordo com Frizzone e Andrade Júnior (2005), para a determinação do custo operacional total devem ser levados em consideração:

a) Custo operacional efetivo

- Despesas com operações: pagamento de salários (mão-de-obra comum, tratoristas, irrigantes); gastos com máquinas, equipamentos agrícolas convencionais, implementos, utensílios e equipamentos de irrigação (energia, óleo, graxa, manutenção, conservação e reparos, combustível, lubrificantes, etc.); manutenção de benfeitorias; tratamento do produto (recepção, limpeza e embalagem); assistência técnica e transporte externo.
- Despesas com insumos: sementes, fertilizantes, corretivos, defensivos, água, sacaria, etc.;

b) Depreciação de máquinas e equipamentos;

c) Juros bancários sobre o crédito de custeio.

Basicamente, a soma de todos estes gastos com recursos variáveis, com a depreciação das máquinas e os juros de custeio é considerado o custo operacional total.

Ainda de acordo com Frizzone e Andrade Júnior (2005), em relação aos custos totais de produção, define-se como a soma dos valores de todos os serviços produtivos dos fatores aplicados na produção de uma dada mercadoria. Os principais itens podem ser:

a) Custo fixo: são basicamente os custos de investimentos para materializar o projeto, correspondem aos custos de investimento. Para fins de análise de investimento em projetos de irrigação, na composição anual dos custos fixos são considerados, basicamente, a depreciação dos ativos fixos, as taxas, os seguros, os impostos, os serviços de empreiteiras, as reservas de contingência e a remuneração do capital investido. Em um sistema de irrigação, a importância desse elemento do custo total depende, em parte, da existência de uma fonte própria de suprimento de água.

- Despesas diretas: depreciação de benfeitorias, instalações, equipamentos e máquinas específicas.
- Despesas indiretas: depreciação de benfeitorias, instalações, equipamentos e máquinas utilizadas em mais de uma exploração; despesas gerais fixas (seguros, impostos e taxas, contribuições, luz, telefone, etc.).

b) Custo variável: variáveis são os custos anuais que ocorrerão ao longo da operação do projeto e dependem, principalmente, do número de horas de operação do sistema por ano, sendo subdivididos em:

- Despesas diretas: operação (mão-de-obra, mecanização, energia, combustível); insumos (fertilizantes, defensivos, água, etc.); transporte interno; encargos financeiros, seguros e taxas específicas.
- Despesas indiretas: administração; conservação; manutenção e reparos de instalações, equipamentos e máquinas.

Os tributos e seguros constituem os custos que devem ser pagos ao poder público, no caso de taxas, e às empresas seguradoras públicas ou privadas, no caso de seguros.

As determinações dos custos de produção na agricultura irrigada servem como um componente relevante para a análise de rentabilidade da unidade de produção e também como parâmetro de tomada de decisão e de capitalização do setor. Os custos de produção, dependendo do uso a que se destinam, podem adquirir diferentes aspectos. Para o agricultor, por exemplo, servem como elemento auxiliar de sua administração na escolha das culturas, criações e das práticas a serem realizadas.

3.11 HORÁRIO DE PONTA

O consumo de energia elétrica no Brasil é cada vez maior, devido ao desenvolvimento e crescimento da população. No meio rural, especialmente nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, as propriedades são, em grande número, energizadas pelo sistema interligado. Assim, estão diretamente envolvidas com estudos de conservação de energia, uma vez que geração própria acarreta custos muito elevados (MELLO e CARVALHO, 1999).

Algumas atividades agrícolas, como a irrigação, necessitam de grandes quantidades de energia elétrica. Esse consumo aumenta na época mais seca do ano, quando a capacidade de geração de energia é menor, uma vez que os reservatórios das usinas hidroelétricas estão em níveis mais baixos (MELLO e CARVALHO, 1999).

O horário de ponta corresponde a três horas consecutivas (definidas pela concessionária) entre as 17 e 22 h de segunda a sexta-feira, enquanto o horário fora de ponta corresponde às horas complementares às de ponta, acrescidas à totalidade das horas dos sábados e domingos. O período seco é composto de sete meses consecutivos, de maio a novembro, 214 dias, enquanto o período úmido é composto de cinco meses consecutivos, de dezembro a abril, 151 dias (FRIZZONE e ANDRADE JÚNIOR, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E CULTURA

Para este estudo, foram utilizados dados da fazenda Santa Izabel, localizada na região administrativa de Planaltina, no Distrito Federal, ocupando uma área de aproximadamente 57,04 ha (Anexo 02).

O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação Köppen, a uma altitude de 918 m, latitude sul de 15°32' e longitude oeste de 47°41', o cafeeiro utilizado na implantação do projeto, foi a cultivar Catuaí Rubi (MG 1192), plantado em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no mês de março de 2012, num espaçamento de 3,7 x 0,5 m.

4.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

4.2.1 Cálculo da quantidade de água necessária

Foi determinada a partir dos dados de evaporação da Estação Evaporimétrica da Embrapa Cerrados e calculada a partir do Kc (coeficiente de cultivo) do café, e das propriedades físicas do solo da fazenda, considerando um turno de rega diário.

4.2.2 Evapotranspiração da cultura

De acordo com Mudrik (2005), para determinar as necessidades hídricas da cultura, o método mais usual é baseado na estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc). A estimativa da ETc envolve um processo que se desenvolve em duas etapas. Na primeira, estima-se a evapotranspiração de referência (ETo), geralmente utilizando uma equação empírica de Penman-Monteith. Na segunda etapa, a ETc é obtida multiplicando-se a ETo por um coeficiente de cultura (Kc), que integra as características da cultura e do clima. Esse Kc é um coeficiente adimensional dado pela relação entre a ETc e a ETo e pode variar de acordo com a textura e o teor de umidade do solo, com a profundidade e densidade do sistema radicular e com as características fenológicas da planta. A evapotranspiração da cultura (no caso o cafeeiro) é o principal parâmetro para determinar a lâmina necessária de irrigação para a cultura. Esta poderá ser reduzida sem diminuir a eficiência de irrigação se não molhar toda a superfície do solo (irrigação localizada), o intervalo for grande entre irrigações e existir queda de folhas devido à ocorrência de doenças e pragas.

A evapotranspiração de determinada cultura nas condições normais (real) de campo é determinada pela Equação 01:

$$ET_c = ET_o \times K_c \times K_s \times K_l \quad (01)$$

Em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura ajustada;

ET_o = evapotranspiração de referência, [mm/dia];

K_c = coeficiente da cultura, de acordo com o estágio de desenvolvimento, adimensional;

K_s = coeficiente de estresse, em função da variação de umidade no solo (0 a 1), [$K_s = 1$] adimensional; e

K_l = coeficiente de localização, em função da porcentagem de área molhada e sombreada (0,2 a 1,0), seguindo a metodologia de Keller-Bliesner, para café de colheita mecanizada.

4.2.3 Características hidráulicas do emissor

Para o dimensionamento dos sistemas foi adotado o tubo gotejador Naantif AC 16 mm, com uma vazão de $2,3 \text{ l.h}^{-1}$, pressão de 10 mca e espaçamento de 0,75m.

4.2.4 Volume de água aplicada por planta (Vol)

$$Vol = \frac{A_p \times ET_c}{E_f} \quad (02)$$

Em que:

Vol = Volume de água aplicada por planta, [l.planta^{-1}];

A_p = Área ocupada pela planta, [m^2];

ET_c = evapotranspiração, [mm], sabendo que 1 mm esta para 1 l/m^2 ;

E_f = Eficiência do sistema, [%].

4.2.5 Tempo de irrigação por setor (T_i)

$$T_i = \frac{Vol}{Q_e \times N_e} \quad (03)$$

Em que:

T_i = Tempo de irrigação por setor, [em horas];

Vol = Volume de água aplicada por planta, [l.planta^{-1}];

Q_e = vazão do emissor, [l.h^{-1}];

N_e = número de emissores por planta.

4.2.6 Número de unidades operacionais (N)

$$N = \frac{T_d}{T_i} \quad (04)$$

Em que:

N = Número de unidades operacionais;

T_d = Tempo disponível, [em horas];

T_i = Tempo de irrigação por setor, [em horas].

4.2.7 Área do setor

$$A = \frac{A_t}{N} \quad (05)$$

Em que:

A = área do setor, [ha];

A_t = área total a ser irrigada, [ha];

N = Número de unidades operacionais.

4.2.8 Vazão necessária ao sistema por hectares (Q)

$$Q = \frac{10000 \times Q_e}{E_l \times E_e} \quad (06)$$

Em que:

Q = Vazão necessária ao sistema, [m³/ha];

E_l = Espaçamento entre linhas, [m];

E_e = Espaçamento entre emissores, [m];

Q_e = Vazão do emissor, [m³.h⁻¹].

4.2.9 Dimensionamento hidráulico do sistema

4.2.9.1 Linhas laterais (LL)

Foi adotado para as linhas laterais uma tubulação de PELBD - Polietileno Linear de Baixa Densidade.

Critério: a variação de vazão entre o primeiro e o último gotejador não poderá ser maior que 10%. Para essa condição, a perda de carga ao longo da LL não poderá exceder à 20% da pressão de serviço do gotejador.

- Equação para dimensionamento: Hazen-Williams modificada (Equação 07)

$$hf = 10,646 \times \frac{\left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852}}{D^{4,87}} \times L \times F \times \left(\frac{C}{C_g}\right)^{1,852} \quad (07)$$

Em que:

Q = vazão de projeto, [m³.s⁻¹];

C = coeficiente de rugosidade do tubo (140 para PVC e 144 para PE);

D = diâmetro da tubulação, [m];

L = comprimento da tubulação, [m];

F = fator de Christiansen;

C_g = coeficiente de rugosidade do tubo com gotejadores, que varia de 80 a 140; [C_g = 100].

- Pressão no início da linha lateral (Pin_{LL})

$$Pin_{LL} = Ps + 0,75 \times hf_{LL} \pm 0,4 \times \Delta Z \quad (08)$$

4.2.9.2 Linhas de derivação (LD)

São instaladas na direção da maior declividade do terreno e podem ser usados mais de um diâmetro em seu dimensionamento, foi adotado para o projeto uma linha de derivação de PVC.

Critério: O limite de hf na LL somado ao limite na LD não poderá ultrapassar a 30% da Ps do gotejador. Caso, no dimensionamento, seja utilizado um limite de hf inferior a 20% na LL, esta diferença deverá ser transferida para a LD, de tal sorte que, a soma entre os dois limites não ultrapasse 30% da Ps do gotejador.

- Equação para dimensionamento – Equação 07
- Pressão no início da linha de derivação (Pin_{LD})

$$Pin_{LD} = Pin_{LL} + hf_{LD} \pm \Delta Z_{LD} \quad (09)$$

4.2.9.3 Linha principal

Foi adotada para a linha principal uma tubulação de PVC.

O diâmetro da linha principal é determinado por três critérios:

- a) Determinação baseada na velocidade média permitida ao longo da linha;

- b) Determinação baseada na perda de carga preestabelecida entre a primeira e a última linha lateral;
- c) Determinação baseada em análise econômica.

No presente estudo, foi considerado o dimensionamento baseado no critério de velocidade. Este método se baseia na condição de que a velocidade média nos diferentes trechos da linha principal deve se situar entre 1,0 e 2,0 m. s⁻¹. O procedimento de cálculo é o seguinte:

- Com os valores de Q e C, atribui-se um valor a D e calcula-se a perda de carga unitária (J), pela equação de Hazen-Williams, ou seja:

$$J = 10,646 \times \frac{\left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852}}{D^{4,87}} \quad (10)$$

Em que:

J = perda de carga unitária, [mm];

Q = vazão, [m³.h⁻¹];

C = coeficiente de rugosidade do material da tubulação, adimensional; e

D = diâmetro da tubulação, [mm].

- Com os valores de C, D e J, calcula-se a velocidade pela mesma equação de Hazen-Williams, só que explicitada para V, dada em m/s, ou seja:

$$V = 0,355 \times C \times D^{0,63} \times J^{0,54} \quad (11)$$

- Calcula-se para diferentes diâmetros de tal sorte que se escolherá aquele em que a velocidade ficar entre os limites citados.

4.2.10 Cabeçal de controle

O cabeçal de controle é constituído por uma válvula reguladora de pressão, registros, tubos, válvula de alívio, válvula de retenção, um manômetro de 0 a 15 Kgf/cm², um conjunto manômetro leitura rápida, um conjunto de filtro de areia, um painel elétrico trifásico para injeção de fertilizantes e um reservatório de polietileno de 5000 litros para o mesmo, mas especificações encontram-se na lista de matérias no Apêndice 01, Apêndice 02 e Apêndice 03.

4.2.11 Altura manométrica total (Hm)

$$Hm = H_s + H_r + hf_s + hf_{CC} + hf_{LP} + Pin_{LD} + hf_{LOC} \quad (12)$$

Em que:

H_s = altura de sucção, em (m);

H_r = altura de recalque, em (m);

hf_s = perda de carga na sucção, em (m);

hf_{CC} = perda de carga no cabeçal de controle, em (mca);

hf_{LP} = perda de carga na linha principal, em (mca);

Pin_{LD} = pressão no início da LD, em (mca); e,

hf_{LOC} = perda de carga localizada, em (mca).

OBS: A perda de carga no cabeçal de controle é especificada pelo fabricante do equipamento. As perdas de cargas localizadas, normalmente, são consideradas como sendo igual a 5% da soma das outras perdas. Assim, a Equação 12 fica:

$$Hm = (H_s + H_r + hf_s + hf_{CC} + hf_{LP} + Pin_{LD}) \times 1,05 \quad (12-a)$$

4.2.12 Potência do conjunto moto-bomba

$$Pot = \frac{Q \times H_m}{75 \times R_{MB}} \quad (13)$$

Em que:

Pot = Potência do conjunto moto-bomba, [cv];

Q = vazão do sistema, [m³.h⁻¹];

H_m = altura manométrica da bomba, [mca]; e

R_{mb} = rendimento do motor, [decimal].

4.3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO E MANUAL

O dimensionamento do sistema de irrigação automatizado e manual levou em consideração o número de horas disponíveis para operação do sistema. Foi dimensionado um sistema visando o maior número possível de horas de irrigação, respeitando o horário de ponta para a região, no período de 18 às 21 horas (CEB, 2012), com intuito de diminuir os custos com bombeamento e adutora. A operação do sistema durante o período noturno, além de

favorecer um melhor aproveitamento da lâmina aplicada, pois diminui as perdas evaporativas, permite que o produtor faça a adesão ao sistema de tarifa azul ou verde.

Foi realizado o dimensionamento, levando em consideração a automação ou não desse sistema.

Visto que a operação de um sistema manual no período noturno tem-se mostrado bastante complicado, foi dimensionado um sistema de irrigação para a mesma área respeitando um limite de operação de 8 horas diárias, conforme a legislação trabalhista e o período do dia de iluminação natural.

4.4. CÁLCULO DA DEPRECIAÇÃO DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Foi utilizado o método da soma dos dígitos para o cálculo da depreciação, onde está é maior no início da vida útil do sistema.

$$D = \frac{(L-n)}{yD} \times (P-S) \quad (14)$$

Em que:

L = vida útil d sistema, [anos];

yD = soma dos dígitos dos anos [1 + 2 + ... + L];

n = número que representa a idade do sistema no início do ano em questão [n = 0; 1; ... ; L-1];

P = valor de implantação do projeto [R\$];

S = valor de sucata do sistema [R\$].

4.4.1 Cálculo dos juros sobre o capital investido

$$J = \frac{(P+S)}{2} \times i \quad (15)$$

Em que:

J = juros sobre o capital investido, [R\$/ano];

i = taxa de juros ao ano, [em decimal].

4.4.3 Cálculo do valor do seguro

$$S = (0,015 \times P) \quad (16)$$

4.4.4. Manutenção do sistema

Segundo Frizzzone e Andrade Júnior (2005), os custos com manutenção e reparos no sistema de irrigação são de difícil previsão e, quase sempre, passam por um processo de simplificação, sendo calculados por valores médios anuais, expressos em porcentagem sobre a compra do equipamento, contudo esses valores variam com o tipo de equipamento e com sua idade. Tomando como base, um sistema de pivô central, em que há indicações que os custos com manutenção e reparos variam da seguinte forma: 0 a 1 ano, o equipamento está na garantia e não há custos; 1 a 2 anos, 0,5% do valor do equipamento novo; 2 a 5 anos, 1% do valor do equipamento novo; mais de 5 anos, 1,5% do valor do equipamento novo; adotamos as mesmas indicações para os cálculos da manutenção da sistema de irrigação localizada por gotejamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Cálculo da quantidade de água necessária

Para o cálculo da quantidade de água necessária, foram considerados os dados das Tabela 01 e Tabela 02.

TABELA 01 - Valores médios mensais de Kc, ETc e ETo para os cafeeiros arábica a partir da quarta safra em Planaltina-DF para os anos de 2008, 2009 e 2010

Mês	Kc			Etc (mm.dia ⁻¹)			Eto (mm.dia ⁻¹)		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Janeiro	1,18	1,16	1,12	3,82	3,57	3,9	3,6	3,1	3,5
Fevereiro	1,16	1,23	1,1	3,43	4,1	4,15	3,2	3,3	3,8
Março	1,13	1,24	1,15	3,43	4,13	3,67	3	3,3	3,2
Abril	1,15	1,12	1,05	3,73	3,42	3,85	3,3	3,1	3,7
Maio	1,08	1,06	1,03	3,86	3,41	3,84	3,5	3,2	3,7
Junho	0,81	0,89	0,8	2,9	3,01	3,2	3,7	3,4	4
Julho	0,89	0,86	0,87	3,6	3,25	3,46	3,7	3,8	4
Agosto	0,91	0,85	0,93	3,86	3,49	3,8	4,4	4,1	4,1
Setembro	0,99	0,95	1,04	4,18	3,6	5,3	4,2	3,8	5,1
Outubro	1,22	1,25	1,15	5,53	3,94	4,29	3,1	3,1	3,7
Novembro	1,21	1,23	1,22	3,91	4,36	3,52	3,2	3,5	2,9
Dezembro	1,21	1,25	1,23	3,49	3,8	3,71	3,2	3	3
Média anual	1,08	1,09	1,06	3,81	3,67	3,89	3,5	3,4	3,72
Média acumulada	1,08			3,79			3,54		

Fonte: ROCHA et al. 2011.

TABELA 02 - Valores médios de KI segundo a metodologia de Keller-Bliesner, para colheita de café mecanizado, nas fases do cafeeiro com as respectivas PAM e PAS

Fases	PAS (%)	PAM (%)	KI
			Keller - Bliesner
1	10	25	0,51
2	20	25	0,51
3	30	25	0,57
4	35	25	0,61
5	40	25	0,65
6	45	25	0,68
7	50	25	0,71

Fonte: MUDRIK, 2005.

Foram adotados, os valores da média acumulada:

$$K_c = 1,08;$$

$$ET_c = 3,79 \text{ mm/planta.}$$

Como coeficiente de localização (KL), foi adotado o valor de 0,71 para o café na fase adulta, segundo a metodologia Keller-Bliesner.

- Evapotranspiração

$$ET_c = ET_o \times K_c \times K_s \times K_L$$

$$ET_c = 3,79 \times 1,08 \times 1 \times 0,71$$

$$ET_c = 2,91 \text{ mm/planta}$$

- Volume de água aplicada por planta (Vol)

$$Vol = \frac{(3,7 \times 0,5) \times 2,91}{0,95}$$

$$Vol = 5,67 \text{ l.planta}^{-1}$$

Em que:

O espaçamento entre as plantas era de 3,7 m entre linhas e 0,5 m entre plantas e a eficiência do sistema de irrigação era de 95%.

- Tempo de irrigação por setor (Ti)

$$Ti = \frac{5,67}{2,3 \times 0,67}$$

$$Ti = 3,68 \text{ horas}$$

Sabendo que os gotejadores são espaçados de 0,75 em 0,75 m e as plantas de 0,5 em 0,5 m:

$$\frac{\text{plantas}}{\text{gotejadores}} = \frac{0,5}{0,75} = 0,6666 \text{ gotejadores por planta}$$

- Número de unidades operacionais (N)
 - a) Número de unidades operacionais para o sistema com funcionamento em 8 horas diárias (manual)

$$N = \frac{8}{3,68}$$

$N = 2,17$ unidade operacionais, aproximadamente 2

Para o dimensionamento do projeto foi considerado 02 unidades operacionais.

- b) Número de unidades operacionais considerando 21 horas de irrigação (manual e automático)

$$N = \frac{21}{3,68}$$

$N = 5,7$ unidades operacionais, aproximadamente 5

Observação 01: Para o dimensionamento do projeto foram consideradas 21 horas de funcionamento máximo diário de forma que não ocorra a irrigação no durante o horário de pico (18:00 às 21:00 horas).

Observação 02: Para o dimensionamento foram consideradas 05 unidades operacionais.

- Área do setor

- a) Área média do setor para o sistema considerando o funcionamento de 8 horas diárias

$$A = \frac{57,04}{2}$$

$$A = 28,52 \text{ ha}$$

- b) Área média do setor para o sistema considerando o funcionamento de no máximo 21 horas diárias

$$A = \frac{57,04}{5}$$

$$A = 11,41 \text{ ha}$$

- Vazão média necessária ao sistema por hectares (Q)

$$Q = \frac{10000}{3,7 \times 0,75} \times 2,3$$

$$Q = 8,29 \text{ m}^3/\text{ha}$$

5.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA

5.1.1 Sistema manual com funcionamento máximo em 8 horas

A Tabela 03 e a Tabela 04 apresentam os dados do dimensionamento do sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas, (Anexo 05).

TABELA 03 – Planilha de operação do sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas

Setor	Sub setor N°	área (ha)	Cultura	Espaçamento Cultura		Numero Plantas	Qtd. Linhas	Espaçam. Sistema		Emiss. p/ planta	Qtde tubo PE (m)	Vazão Emiss. (l.h ⁻¹)	Qtde. Emiss.	Vazão Parcela (m³.h ⁻¹)	Registro	Temp. Op. Diária (Hrs)
				Planta (m)	Rua (m)			Emiss.(m)	Rua (m)							
1	1A	14,27	Café	0,50	3,70	77135	173	0,75	3,70	0,67	43250	2,3	57667	126	4"	3,48
	1B	14,27	Café	0,50	3,70	77135	173	0,75	3,70	0,67	43250	2,3	57667	126	4"	3,48
Sub. Total		28,54				154270	346				86500		115333	251		
2	2A	13,67	Café	0,50	3,70	73892	177	0,75	3,70	0,67	34825	2,3	46433	125	4"	3,48
	2B	14,79	Café	0,50	3,70	84374	201	0,75	3,7 -3,5	0,67	34170	2,3	45560	125	4"	3,48
Sub. Total		28,46				158266	378				68995		91993	250,00		
Total		57,00				312536	724				155495		207326	501,24		6,96

TABELA 04 - Cálculo Hidráulico do sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas

Trecho de Tubulação	Vazão (m³.h⁻¹)	Comp (m)	Tubo (DN/PN)	Desnível (m)	C	Velocidade (m.s⁻¹)	Hf	Pressão (mca)
Pressão Serviço								10,00
Perda CJ. Cavalete								
	0,38	125	PE 1630	0,00	140	0,53	1,50	11,50
	125,62	270	150/40	-5,00	140	2	2,72	9,22
	125,62	310	150/60	-5,00	140	2	3,50	7,72
Perda Adutora								
	251,24	900	150/60	8,00	140	2	9,37	17,09
	251,24	475	200/80	15,00	140	2	7,74	24,83
	251,24	240	200/125	9,00	140	2	3,91	28,74
Perda CJ. Filtragem								
	251,24	-	-	-	140	-	10,00	38,74
Perdas Localizadas								
	-	-	-	-	140	-	38,00	76,74
Sucção Motobomba								
	251,24	6	250 AZ	3	140	1,42	0,1	79,84
Pressão Motobomba								
Vazão do projeto (m³.h⁻¹):	251,24		Vazão por bomba (m³.h⁻¹):	251,24		HM (mca):	83,83	
Marca:	Imbil		Motor Elétrico:	WEG		Sucção:	6"	
Modelo:	ITAP 125-500/1785		Potência:	125 CV		Recalque:	5"	
Diam Rotor:	326,6 mm		Rotação:	1785 RPM		Velocidade p/ bomba:		
Rendimento:	77.7%		Consumo Eixo:	100,38		1,01 m.s⁻¹ sucção		
Quantidade:	1		Potência Transf.:	100,38		2,0 m.s⁻¹ recalque		

5.1.2 Sistema com funcionamento máximo em 21 horas (manual e automático)

A Tabela 05 e a Tabela 06 apresentam os dados do dimensionamento hidráulico do sistema, com funcionamento máximo de 21 horas, tanto para o projeto manual quanto para o automático (Anexo 06).

TABELA 05 - Planilha de operação do sistema com funcionamento máximo de 21 horas (manual e automático)

Setor	Sub setor N°	área (ha)	Cultura	Espaçamento Cultura		Numero Plantas	Qtd. Linhas	Espaçam. Sistema		Emiss. p/ planta	Qtde tubo PE (m)	Vazão Emiss. (l.h ⁻¹)	Qtde. Emiss.	Vazão Parcela (m³.h ⁻¹)	Válvula	Temp. Op. Diária (Hrs)
				Planta (m)	Rua (m)			Emiss.(m)	Rua (m)							
5	5A	5,83	Café	0,50	3,70	31513	67	0,75	3,70	0,67	15780	2,3	21040	48,40	3"	3,48
	5B	5,83	Café	0,50	3,70	31513	67	0,75	3,70	0,67	15780	2,3	21040	48,40	3"	3,48
Sub. Total		11,65				63026	134				31560		42080	96,80		
4	4A	5,83	Café	0,50	3,70	31513	67	0,75	3,70	0,67	15595	2,3	20793	47,82	3"	3,48
	4B	5,83	Café	0,50	3,70	31513	67	0,75	3,70	0,67	15595	2,3	20793	47,82	3"	3,48
Sub. Total		11,65				63026	134				31190		41587	95,64		
3	3A	5,85	Café	0,50	3,70	31621	69	0,75	3,70	0,67	15895	2,3	21193	48,75	3"	3,48
	3B	5,85	Café	0,50	3,70	31621	69	0,75	3,70	0,67	15895	2,3	21193	48,75	3"	3,48
Sub. Total		11,70				63242	138				31790		42387	97,50		
2	2A	5,85	Café	0,50	3,70	31621	69	0,75	3,70	0,67	15730	2,3	20973	48,25	3"	3,48
	2B	5,85	Café	0,50	3,70	31621	69	0,75	3,70	0,67	15730	2,3	20973	48,25	3"	3,48
Sub. Total		11,70				63242	138				31460		41947	96,50		
1	1A	5,25	Café	0,50	3,50	30000	90	0,75	3,50	0,67	13885	2,3	18513	42,60	3"	3,48
	1B	5,25	Café	0,50	3,50	30000	90	0,75	3,50	0,67	15610	2,3	20813	42,60	3"	3,48
Sub. Total		10,50				60000	180				29495		39327	85,20		
Total		57,20				312536	724				155495		207327			17,4

TABELA 06 - Cálculo Hidráulico do sistema com funcionamento máximo de 21 horas (manual e automático)

Trecho de Tubulação	Vazão (m³.h ⁻¹)	Comp (m)	Tubo (DN/PN)	Desnível (m)	C	Velocidade (m.s ⁻¹)	Hf	Pressão (mca)	
Pressão Serviço									
								10,00	
Perda de carga localizada CJ. Cavalete									
	0,38	125	PE 1630	0,00	140	0,53	1,50	11,50	
	48,75	245	100/40	0,00	140	1,87	3,30	14,80	
	48,75	120	100/60	-2,00	140	1,89	5,30	18,10	
Perda de carga localizada na Adutora									
	97,50	550	150/60	8,00	140	1,87	7,65	33,75	
	97,50	503	150/80	15,00	140	1,84	7,00	55,75	
	97,50	240	150/125	9,00	140	1,53	2,11	66,86	
Perda de carga localizada na CJ. Filtragem									
	97,50	-	-	-	140	-	10,00	76,86	
Total das perdas de cargas localizadas									
	-	-	-	-	140	-	38,00	114,86	
Sucção Motobomba									
	97,50	6	150 AZ	3	140	1,38	3,15	118,00	
Pressão Motobomba									
Vazão do projeto (m³.h ⁻¹):	97,50		Vazão por bomba (m³.h ⁻¹):	97,50		HM (mca):	123,90		
Marca:	Imbil		Motor Elétrico:	WEG		Sucção:	4"		
Modelo:	INI 652-50		Potência:	75 cv		Recalque:	3"		
Diam Rotor:	250,7 mm		Rotação:	3500 rpm		Velocidade p/ bomba:			
Rendimento:	69,70%		Consumo Eixo:	62,12 cv		1,38 m.s ⁻¹ sucção			
Quantidade:	1		Potência Transferida:	62,12 cv		1,53 m.s ⁻¹ recalque			

5.2 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS DIMENSIONADOS

Após o dimensionamento hidráulico dos sistemas, foram feitas suas respectivas listas de materiais e em seguida com os valores dos mesmos orçados em lojas especializadas foi possível obter o valor total de implantação de cada projeto, incluindo os custos de projeto e instalação do sistema em campo.

De modo que:

- O custo de implantação do sistema manual com funcionamento máximo para 8 horas foi de: R\$ 362.459,87, (Apêndice A);
- O custo de implantação do sistema manual com funcionamento máximo para 21 horas foi de: R\$ 239.374,85, (Apêndice B);
- O custo de implantação do sistema automático com funcionamento máximo para 21 horas foi de: R\$ 265.460,34, (Apêndice C).

A Figura 01 ilustra uma comparação dos custos de implantação de cada um dos sistemas.

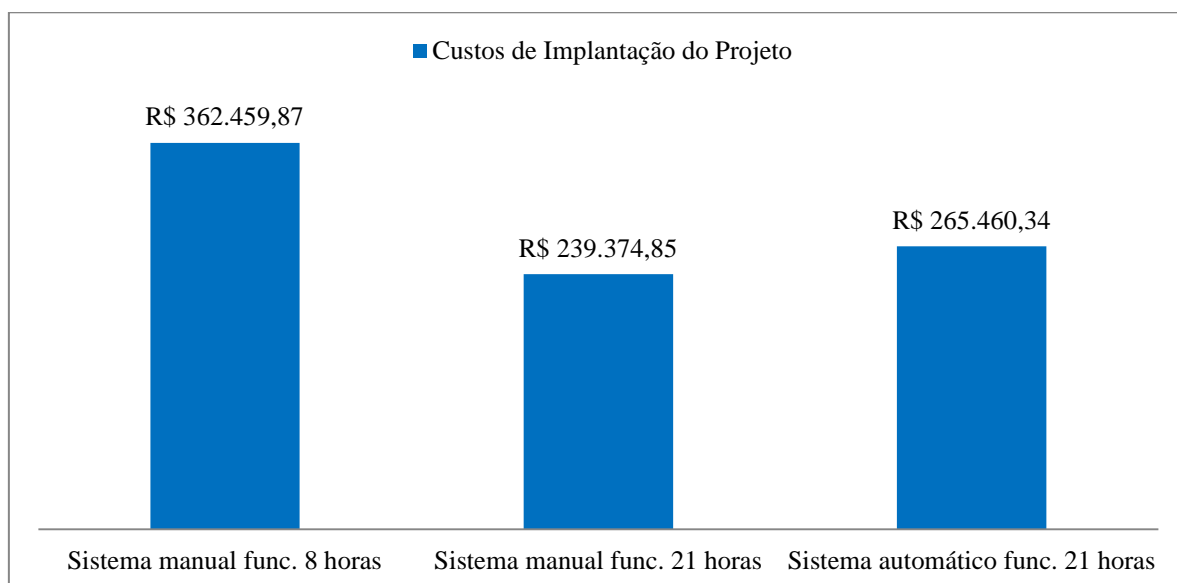


Figura 01 - Comparação de custos de implantação do sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas, sistema manual e sistema automatizado ambos com funcionamento máximo de 21 horas, sendo esta na irrigação localizada por gotejamento na cultura do cafeeiro.

Para os cálculos foram considerados como valor de projeto e acompanhamento 3% do valor do material e o valor da montagem em 7% do valor do material.

Analizando os dados obtidos, tem-se que os custos de implantação do sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas é 33,96% maior que o sistema manual com funcionamento máximo de 21 horas, um dos motivos desse valor mais elevado, é a diferença de potência das moto-bombas de cada projeto, o sistema com funcionamento de 8 horas exige uma potência de funcionamento maior, devido a vazão se a mesma, para um período relativamente menor do que de 21 horas, e para uma mesma área; em relação ao sistema automatizado, o sistema com funcionamento é 26,76% mais elevado.

Vale ressaltar que o custo de implantação do sistema manual com funcionamento máximo de 21 horas é 9,83% mais econômico que o sistema automatizado, contudo sabendo das vantagens dos sistemas automatizados e toda sua tecnologia e comodidade oferecida, a comparação deve ser mais aprofundada, observando sua viabilidade durante sua vida útil média.

5.3 CÁLCULO DA DEPRECIAÇÃO DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

De acordo com Frizzone e Andrade Júnior (2005), os componentes em um sistema de irrigação apresentam uma vida útil média, para os cálculos foram considerados os sistemas como um todo, com uma vida útil de 10 anos, tendo como base a pior situação.

Os cálculos referentes à energia elétrica não foram considerados, pois o custo anual de bombeamento do sistema depende da modalidade de tarifação que o proprietário da fazenda se enquadra diante da concessionária de energia elétrica, ou seja, da tarifa convencional ou das horo-sazonais (azul e verde) que são tarifas de energia elétrica com custos diferenciados de acordo com sua utilização durante as horas do dia e durante os períodos do ano.

Foi considerado para todos os projetos, um valor de sucata (S), de 10% do valor de projeto.

Em relação aos gastos referentes aos funcionários, foi considerado um salário mínimo de R\$ 622, 00, sendo que cada funcionário recebe dois salários mais os impostos, INSS e FGTS, sendo estes, 28,8% e 8% respectivamente do valor do salário.

Para o sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas, foi considerada a necessidade de apenas 01 funcionário para sua operação. De acordo com a Equação 14, obteve-se a depreciação do sistema conforme a Tabela 07.

TABELA 07 – Depreciação do sistema manual com funcionamento máximo em 8 horas, em um período de 10 anos

Ano	n (idade do sistema)	yD (soma dos dígitos)	L (anos)	P – Valor de projeto (R\$)	S - Valor de sucata (R\$)	Depreciação/Ano (R\$)	Valor Atual (R\$)
1	0	55	10	362.459,87	36.245,99	59.311,62	303.148,25
2	1	55	10	362.459,87	36.245,99	53.380,45	249.767,80
3	2	55	10	362.459,87	36.245,99	47.449,29	202.318,51
4	3	55	10	362.459,87	36.245,99	41.518,13	160.800,38
5	4	55	10	362.459,87	36.245,99	35.586,97	125.213,41
6	5	55	10	362.459,87	36.245,99	29.655,81	95.557,60
7	6	55	10	362.459,87	36.245,99	23.724,65	71.832,96
8	7	55	10	362.459,87	36.245,99	17.793,48	54.039,47
9	8	55	10	362.459,87	36.245,99	11.862,32	42.177,15
10	9	55	10	362.459,87	36.245,99	5.931,16	36.245,99

A Tabela 08 representa os custos fixos e os custos variáveis para o sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas.

TABELA 08 – Custos fixos e variáveis com o sistema manual de funcionamento máximo de 8 horas

Custos fixos	
Estimativa de valor	10%
Juros sobre o capital investido	R\$ 19.935,29
Seguro	R\$ 5.436,90
Custos variáveis	
Manutenção de 0 a 1 anos	-
Manutenção de 1 a 2 anos	R\$ 1.812,30
Manutenção de 2 a 5 anos	R\$ 3.624,60
Manutenção de 5 ou mais anos	R\$ 5.436,90
Funcionários para operação	1
Salário mínimo	R\$ 622,00
Salário do funcionário	R\$ 1.244,00
Salário + INSS + FGTS	R\$ 1.701,79
Custos com salário	R\$ 1.701,79

Para o sistema manual com funcionamento máximo de 21 horas, foi considerada a necessidade de 03 funcionários para sua operação, devido às trocas de turno. De mesmo modo, de acordo com a Equação 14, obteve-se a depreciação do sistema conforme a Tabela 09.

TABELA 09 - Depreciação do sistema manual com funcionamento máximo em 21 horas, em um período de 10 anos

Ano	n (idade do sistema)	yD (soma dos dígitos)	L (anos)	P – Valor de projeto (R\$)	S - Valor de sucata (R\$)	Depreciação/Ano (R\$)	Valor Atual (R\$)
1	0	55	10	239.374,85	23.937,49	39.170,43	200.204,42
2	1	55	10	239.374,85	23.937,49	35.253,39	164.951,03
3	2	55	10	239.374,85	23.937,49	31.336,34	133.614,69
4	3	55	10	239.374,85	23.937,49	27.419,30	106.195,39
5	4	55	10	239.374,85	23.937,49	23.502,26	82.693,13
6	5	55	10	239.374,85	23.937,49	19.585,22	63.107,92
7	6	55	10	239.374,85	23.937,49	15.668,17	47.439,74
8	7	55	10	239.374,85	23.937,49	11.751,13	35.688,61
9	8	55	10	239.374,85	23.937,49	7.834,09	27.854,53
10	9	55	10	239.374,85	23.937,49	3.917,04	23.937,49

Os custos fixos e variáveis do sistema manual com funcionamento máximo de 21 horas estão representados na Tabela 10.

TABELA 10 – Custos fixos e variáveis com o sistema manual de funcionamento máximo de 21 horas

Custos fixos	
Estimativa de valor	10%
Juros sobre o capital investido	R\$ 13.165,62
Seguro	R\$ 3.590,62
Custos variáveis	
Manutenção de 0 a 1 anos	-
Manutenção de 1 a 2 anos	R\$ 1.196,87
Manutenção de 2 a 5 anos	R\$ 2.393,75
Manutenção de 5 ou mais anos	R\$ 3.590,62
Funcionários para operação	3
Salário mínimo	R\$ 622,00
Salário do funcionário	R\$ 1.244,00
Salário + INSS + FGTS	R\$ 1.701,79
Custos com salário	R\$ 5.105,38

E para o sistema automático com funcionamento máximo de 21 horas, foi considerada que não há a necessidade de funcionários para sua operação. Então, de acordo com a Equação 14, obteve-se a depreciação do sistema conforme a Tabela 11.

TABELA 11 - Depreciação do sistema automático com funcionamento máximo em 21 horas, em um período de 10 anos

Ano	n (idade do sistema)	yD (soma dos dígitos)	L (anos)	P – Valor de projeto (R\$)	S - Valor de sucata (R\$)	Depreciação/Ano (R\$)	Valor Atual (R\$)
1	0	55	10	265.460,34	26.546,03	43.438,97	222.021,38
2	1	55	10	265.460,34	26.546,03	39.095,07	182.926,31
3	2	55	10	265.460,34	26.546,03	34.751,17	148.175,14
4	3	55	10	265.460,34	26.546,03	30.407,28	117.767,86
5	4	55	10	265.460,34	26.546,03	26.063,38	91.704,48
6	5	55	10	265.460,34	26.546,03	21.719,48	69.985,00
7	6	55	10	265.460,34	26.546,03	17.375,59	52.609,41
8	7	55	10	265.460,34	26.546,03	13.031,69	39.577,72
9	8	55	10	265.460,34	26.546,03	8.687,79	30.889,93
10	9	55	10	265.460,34	26.546,03	4.343,90	26.546,03

A Tabela 12 representa os seus respectivos custos fixos e variáveis para o sistema automático com funcionamento máximo de 21 horas.

TABELA 12 – Custos fixos e variáveis com o sistema automático de funcionamento máximo de 21 horas

Custos fixos	
Estimativa de valor	10%
Juros sobre o capital investido	R\$ 14.600,32
Seguro	R\$ 3.981,91
Custos variáveis	
Manutenção de 0 a 1 anos	-
Manutenção de 1 a 2 anos	R\$ 1.327,30
Manutenção de 2 a 5 anos	R\$ 2.654,60
Manutenção de 5 ou mais anos	R\$ 3.981,91
Funcionários para operação	0
Salário do funcionário	-
Custos com salário	0

De acordo com os cálculos, foi possível estabelecer a Tabela 13, comparando os custos de implantação, e os custos por ano de cada sistema de cada sistema durante sua vida útil.

TABELA 13 – Comparação dos custos de implantação e os custos durante uma vida útil de 10 anos, entre os sistemas de irrigação manual com funcionamento máximo de 8 horas, manual e automático com funcionamento máximo, ambos com 21 horas

	Sistema manual func. 8 horas	Sistema manual func. 21 horas	Sistema automático func. 21 horas
Custo de implantação do projeto			
	R\$ 362.459,87	R\$ 239.374,85	R\$ 265.460,34
Custo Total por ano (custos fixos + custos variáveis)			
Ano 01	R\$ 86.385,60	R\$ 61.032,05	R\$ 62.021,19
Ano 02	R\$ 82.266,74	R\$ 58.311,88	R\$ 59.004,59
Ano 03	R\$ 78.147,87	R\$ 55.591,71	R\$ 55.988,00
Ano 04	R\$ 72.216,71	R\$ 51.674,67	R\$ 51.644,10
Ano 05	R\$ 66.285,55	R\$ 47.757,62	R\$ 47.300,21
Ano 06	R\$ 62.166,69	R\$ 45.037,45	R\$ 44.283,61
Ano 07	R\$ 56.235,53	R\$ 41.120,41	R\$ 39.939,72
Ano 08	R\$ 50.304,37	R\$ 37.203,37	R\$ 35.595,82
Ano 09	R\$ 44.373,20	R\$ 33.286,32	R\$ 31.251,92
Ano 10	R\$ 38.442,04	R\$ 29.369,28	R\$ 26.908,03
Total	R\$ 636.824,30	R\$ 460.384,75	R\$ 453.937,18

A Figura 02 ilustra uma comparação de custos variáveis e fixos entre os três sistemas dimensionados, para uma vida útil de 10 anos.

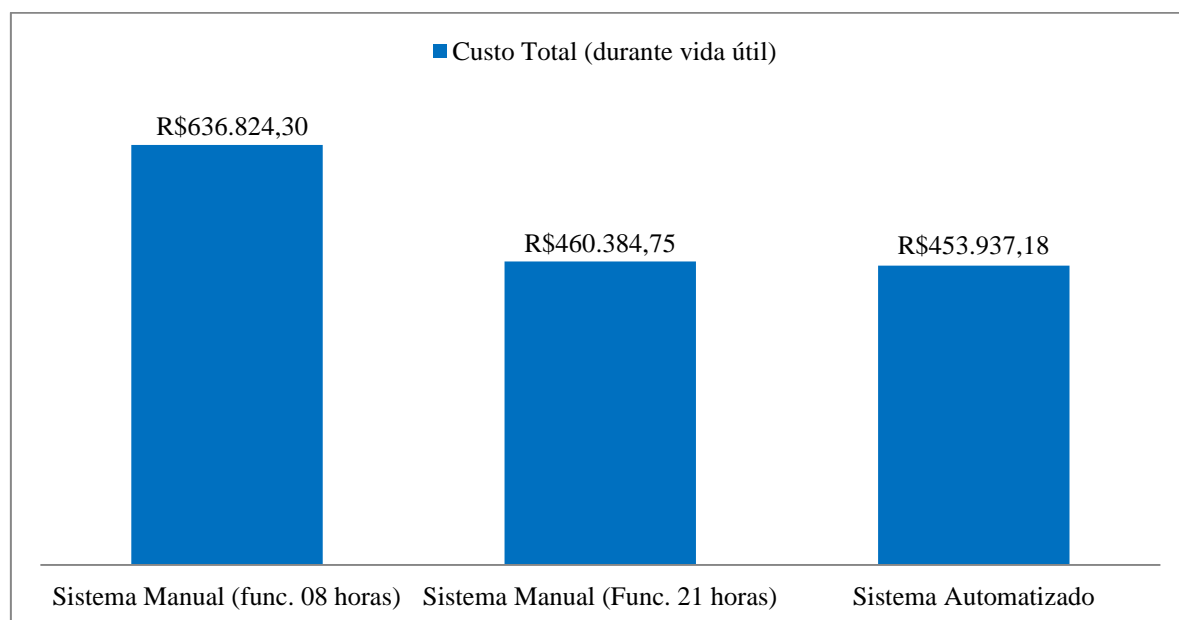


Figura 02 - Comparação de custos durante uma vida útil de 10 anos para o sistema manual com funcionamento máximo de 8 horas, sistema manual e sistema automatizado ambos com funcionamento máximo de 21 horas, sendo esta na irrigação localizada por gotejamento na cultura do cafeeiro.

Através destes cálculos, podemos perceber que apesar do sistema manual de funcionamento de 8 horas aparentemente possuir uma operação mais simples e não necessitar mão-de-obra qualificada, por trabalhar com a luz natural, e necessitar de um funcionário, seu valor de projeto como já foi dito, é 33,96% maior que o sistema manual de 21 horas e 26,76% mais elevado que o sistema automatizado, o que é justificado devido a maior potência instalada em função do menor tempo de funcionamento, sem contar a aplicação de água durante as horas mais quentes do dia, o que facilita as perdas evaporativas e prejudicando a eficiência de aplicação da água. Em relação aos custos durante um período de vida útil de 10 anos, o sistema também se mostra inviável em relação aos outros propostos, tendo ele um custo 27,71% a mais que o sistema manual de 21 horas e 28,72% a mais que o sistema automatizado.

Os custos fixos, como os juros e o valor do seguro, variam em função do valor do projeto, logo, o projeto manual com funcionamento de 8 horas também terá um maior valor. Em relação aos custos variáveis, o valor da manutenção foi considerado com uma variação de acordo com a idade do sistema e os gastos com funcionários, o sistema manual de 21 horas possui um gasto relativamente alto tendo em vista sua necessidade de 3 funcionários para operação devido a troca de turnos, sem contar as dificuldades da necessidade de operá-lo manualmente durante o período noturno, apresentando um custo de 66,67% a mais que o sistema de 8 horas, que necessita de apenas 1 operador, enquanto que o automatizado não faz uso de mão-de-obra para operação.

O sistema manual com funcionamento de 21 horas possui um custo de projeto 9,83% menor do que o sistema automático, entretanto o sistema automático em 10 anos tem um custo 1,4% menor que o manual, não podendo deixar de ressaltar, a comodidade que o sistema automatizado apresenta, não possuindo gastos com operador, como os outros dois sistemas e também oferecer um controle maior sobre o tempo de funcionamento do sistema, economizando água e energia.

A partir destes dados, poderão ser estimados ainda os gastos com energia elétrica para cada projeto, que varia em função do tempo de irrigação, potência instalada, período de irrigação durante o ano devido à aplicação da técnica de estresse hídrico em cafeeiros nos Cerrados e ainda da adesão do produtor a um determinado tipo de tarifa horo sazonal.

6 CONCLUSÃO

Após o dimensionamento hidráulico dos 03 sistemas, analisando os custos de implantação dos três projetos, o sistema manual com funcionamento de 21 horas mostrou ter um valor de investimento 9,83% menor do que o sistema automatizado, enquanto o sistema manual com funcionamento máximo de 08 horas apresentou valores 33,96% e 26,76% maiores, respectivamente em relação ao sistema manual e automatizado ambos com funcionamento de 21 horas; entretanto analisando os custos fixos e variáveis, somado juros, seguro, custos com mão-de-obra, manutenção e considerando uma depreciação para um período de vida útil de 10 anos, ainda que não tenham sido considerados os custos com energia elétrica para que se tenha uma avaliação mais aprofundada e completa, pois não sabemos a tarifa hora sazonal que o produtor vai se enquadrar, mesmo assim, o sistema automático apresentou uma economia de 1,4% em relação ao sistema manual de 21 horas e 28,72% de economia em relação ao sistema manual com funcionamento de 8 horas, ou seja, a automação da irrigação localizada por gotejamento na cultura de café é teoricamente viável economicamente, levando em consideração que não foi avaliado nesse projeto a produtividade do café com ou sem irrigação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R. C. B.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R.; RENA, A. B.; BONOMO, R. Área de observação e pesquisa em cafeicultura irrigada na região das vertentes de Minas Gerais – resultados de 1998/2000. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ/MINASPLAN, 2000. p. 823-826.
- BERNARDO, S. **Impacto ambiental da irrigação no Brasil**. [S.I.:s.n.], 2008. 13 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 626 p.
- BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C.; NETO, A. N. S.; BONOMO, P. **Produtividade de cafeeiros Arábica irrigados no Cerrado goiano**. Goiânia: UFG, 2008. 8 p.
- CEB – Companhia Energética de Brasília. **Estrutura tarifária horosazonal**. Brasília – DF, 2012.
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**. Bahia, v.7, n.1, p. 57-60, set. 2005.
- DUARTE, L. F. C. **Sistema Automatizado Georreferenciado Sem Fio para Irrigação Localizada Auxiliado por Sensor de Umidade do Solo**. 2010. 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Campinas.
- EMBRAPA. Café. **Estresse Hídrico Controlado é percebido na colheita do café**. Atualizado em 10 maio 2012. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/index.php/ultimas-noticias/estresse-hidrico-controlado-sao-percebidos-na-colheita-do-cafe>. Acesso em: 3 set. 2012.
- ESTEVES, B. S.; SILVA, D. G.; PAES, H. M. F.; SOUSA, E. F. **Irrigação por gotejamento**. Niterói: Programa Rio rural, 2012. 18 p.
- FARIA, M. A. de; GUIMARÃES, R. J.; SILVA, E. L. da; ALVES, M. E. B.; SILVA, M. de L. O.; VILELLA, W. M. da C.; OLIVEIRA, L. A. M.; COSTA, H. de S. C. Influência das lâminas de irrigação na maturação e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) – 1ª colheita. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DE CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ/MINASPLAN, 2000. p. 924-927.
- FRIZZONE, J.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; **Planejamento da irrigação: Análise de decisão de investimento**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 627 p.
- GORNAT, B. E SILVA, W. L. C. **Sistemas de Controle e Automatização da Irrigação**. ITEM; Irrigação e Tecnologia Moderna. ABID, Brasília, DF, V.41, abril, 1990.
- GUERRA, A. F. et al. **Irrigação do cafeeiro no cerrado: estratégia de manejo de água para uniformização da florada**. 1. ed., Brasília: Embrapa cerrados, 2005.

GUIRRA, A. P. P. M.; SILVA, E. R.; **Automação em Sistemas de Irrigação**. Uberaba: FAZU, 2010.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. **Análise da situação dos recursos hídricos do cerrado com base na importância econômica e socioambiental de suas águas**. Brasília: Embrapa cerrados, 2008. 6 p.

LIMA, L.; SILVA, E. Irrigação por gotejamento em café. **ITEM – Irrigação & Tecnologia Moderna**, n. 48, p. 50-55, 2000.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. **ITEM - Irrigação & Tecnologia Moderna**. Brasília, v. 48, p. 45-49, 2000.

MARTINS, C. C.; SOARES, A. A.; BUSATO, C.; REIS, E. F. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*coffea arabica* l.). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 61-69, Abril/Junho 2007.

MELLO, C. R.; CARVALHO, J. A. **Aplicação das tarifas energéticas em sistemas de irrigação**. Lavras: UFLA, 1999. 16 p.

MELLO, J. L. P.; SILVA, L. D. P. **Irrigação**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007. 180 p.

MUDRIK, A. S. **Manejo da irrigação por gotejamento em cafeeiros nas condições edafoclimáticas do cerrado do triângulo mineiro**. 2005. 86f. Tese (Título de *Magister Scientiae* – programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **A irrigação no Brasil**. Atualizado em 26 março 2010. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/programas_acoes/irrigacao/a-irrigacao-e-o-nosso-pais>. Acesso em: 6 set. 2012.

BRASIL, Ministérios da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Circular Técnica. **Seleção do Sistema de Irrigação**. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2001.

PINOTTI, E. B.; BARBOSA, R. Z.; ARAÚJO, H. M.; PERÃO, G. H. Utilização do estresse hídrico induzido no cafeeiro (*Coffea arabica*). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 15, junho 2009. 8 p.

PIRES, R. C. M. et al.; Agricultura irrigada. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**. São Paulo, p. 98-111, junho 2008.

ROCHA, O. C. et al.; **Coefficientes de cultura e consumo hídrico do cafeeiro irrigado Submetido a estresse hídrico em Planaltina – DF**. Araxá: [s.n.], 2011.

SILVA, I. L. S.; LIMA, L. K. C.; RODRIGUES, J.C. **Sistema de Irrigação Automatizado Baseado na Umidade do Solo**. Belém: IESAM, 2007. 6 p.

SUZUKI, M. A.; HERNANDEZ, F. B. T. **Automação de sistemas de irrigação**. Ilha Solteira: UNESP, 2012.

TESTEZLAF, R. **Sistema automático de controle em irrigação**. São Paulo: UNICAMP, 1996. 15

APÊNDICES

APÊNDICE A - Lista de materiais e valor total do projeto com sistema manual com funcionamento máximo de 08 horas

QUANT.	DESCRIÇÃO	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
EMISSOR			
155500	TUBO GOTEJADOR UNIRAM 16 mm 2,3 L/h 0,75 m	0,50	77.750,00
TUBOS			
6	TUBO PN 60 DN 50	14,90	89,40
45	TUBO PN 60 DN150	114,00	5.130,00
52	TUBO PN 60 DN 150	114,00	5.928,00
80	TUBO PN 80 DN 150	128,36	10.268,80
150	TUBO PN 60 DN 200	228,00	34.200,00
80	TUBO PN 80 DN 200	256,72	20.537,60
40	TUBO PN 125 DN 200 DEFOFO	377,10	15.084,00
3000	TUBO PELBD 1630 ESP.0,80	0,55	1.650,00
CAVALETES			
4	REGISTRO GAVETA MET ROSC 4"	112,00	448,00
4	REGISTRO ESFERA ROSC 4"	39,60	158,40
4	NIPLE DUPLO 4"	87,12	348,48
8	ADAPTADOR SOLD ROSC 100 X4	7,60	60,80
4	VENTOSA 1"	19,00	76,00
4	JOELHO 90° SOLD 100 mm	62,00	248,00
4	COLAR TOMADA 100 X 1	37,62	150,48
4	BUCHA RED ROSC 2 X 1	25,10	100,40
4	TOMADA DE PRESSÃO	12,00	48,00
8	CURVA 90 SOLD DN 100	26,10	208,80
8	RED SOLD 150 X 100	46,80	374,40
CONEXÕES			
1500	ANEL BILABIAL 16 mm	0,38	570,00
1500	INICIO DE LINHA 16 mm	0,75	1.125,00
1500	FIM DE LINHA 16 mm	0,70	1.050,00
2000	UNIÃO 16 mm	0,75	1.500,00
1	CAP SOLD DN 200	16,74	16,74
4	TEE SOLD DN 200 X 150	84,24	336,96
4	CURVA 90 SOLD 150	78,90	315,60
4	Luva 200 mm	82,05	328,20
4	LUVA 150 mm	27,35	109,40
2	Luva 200 mm Defofo	78,66	157,32
1	Adaptador PVC 200 mm PTA DEFoFo XBS IRR	83,34	83,34
FILTRAGEM			
1	CONJUNTO FILTRO AREIA 300 m³/h	85000,00	85000,00
RAMAL/ FIM DA LINHA			
4	RED SOLD 150 X 100	60,77	243,08
4	RED SOLD 100 X 50	6,30	25,20
4	CURVA 90° 50 mm	5,00	20,00

Continuação da lista de matérias:

4	REGISTRO ESFERA SOLD 2"	11,00	44,00
4	JOELHO 90 SOLD	5,00	20,00
VALVULA DE AR			
2	TEE RED SOLD 200 X 150	60,85	121,70
2	TEE RED SOLD 150 X 100	46,75	93,50
2	RED SOLD 100 X 50	6,60	13,20
4	VALVULA VENTOSA 2" NIC	189,00	756,00
3	LUVA SOLD ROSC 50 X 2"	9,00	27,00
INJEÇÃO DE FERTILIZANTES			
1	PAINEL ELÉTRICO TRIF 5 CV	950,00	950,00
1	Booster CAP - 8.3 B/BHD 5 cv (5m³/h e 120 mca) TRIF	1.600,00	1.600,00
2	Reservatório polietileno 5000 L	1.380,00	2.760,00
6	Flange p/ caixa d'água 2"	8,90	53,40
4	REGISTRO DE ESFERA sold 2"	11,00	44,00
2	REGISTRO DE GAVETA ROSC 2"	20,00	40,00
4	ADAPTADOR SOLD ROSC 50 X 2	1,10	4,40
4	UNIAO SOLD 2	9,00	36,00
1	ADAPTADOR SOLD ROSC 50 X 1 1/2	1,70	1,70
2	LUVA ROS 2	9,00	18,00
1	FILTRO DISCO 2	75,00	75,00
1	CURVA P/ REGISTRO 2 X 1	18,00	18,00
5	JOELHO 90 F FE GALV 2	31,60	158,00
3	TUBO GALV 2 (BARRA 6 M)	39,00	117,00
1	UNIAO GALV 2"	83,00	83,00
1	LUVA 2 GALV	22,00	22,00
2	NIPLE DUPLO GALV 2"	24,80	49,60
5	CURVA 90 2" GALV	31,60	158,00
1	TEE GALV 2	44,80	44,80
1	BUCHA RED GALV 2 X 1	16,80	16,80
1	BUCHA RED GALV 1 X 3/4	5,30	5,30
1	NIPLE DUPLO GALV 3/4"	4,00	4,00
1	REGISTRO GAVETA METALICO 3/4"	21,80	21,80
AUTOMAÇÃO			
RECALQUE BOMBA			
1	VALVULA REGULADORA PRESSÃO MET 5" FL DIN PN 16	3.546,00	3.546,00
1	Conjunto Fixação 75 mm PN 10 CURTO GALV	7,80	7,80
8	Conjunto Fixação 150 mm PN 10 curto GALV	7,80	62,40
12	Conjunto Fixação 200 mm PN 10 curto GALV	10,20	122,40
1	Curva inicial 90 FL DIN c/ escorva 5 GALV	715,60	715,60
1	Red excêntrica 5 x 3 FL DIN GALV	253,24	253,24
1	REGISTRO GAVETA 5" FL DIN	501,80	501,80
2	TUBO GALV 5X0,5 m FL DIN C/ SAIDA 2 RC	306,15	612,30
1	REDUCAO EXC 5X3 FL DIN X RC	257,40	257,40
1	VALVULA ALIVIO METÁLICA 3" ROSC BSP	1.488,00	1.488,00
2	Curva 90 8" FL DIN GALV	611,00	1.222,00
1	Redução Excentrica 8 x 5 FL DIN GALV	442,52	442,52
3	Tubo 8" x 2 m FL DIN GALV	496,60	1.489,80
2	TUBO GLV 8 X 1 M FL DIN C/ SAIDA 2 RC	447,20	894,40
1	Valvula Retenção c/ by-pass 8" FL DIN GALV	1.586,30	1.586,30

Continuação da lista de materiais:

1	Extremidade Ponta e FLANGE DIN 200 MM FoFo	113,10	113,10
ACESSÓRIOS			
4	PASTA LUBRIFICANTE 1 Kg	9,00	36,00
12	ADESIVO PLÁSTICO SOLDÁVEL 800 gr	26,00	312,00
12	SOLUÇÃO LIMPADORA 1000 CC	26,00	312,00
10	FITA VEDA ROSCA 18 mm X 50 m	4,50	45,00
100	LIXA P/ FERRO N 120	1,80	180,00
MEDIDORES DE PRESSÃO			
2	MANOMETRO 0 - 15 Kgf/cm ²	50,00	100,00
1	CONJUNTO MANOMETRO LEITURA RAPIDA	80,00	80,00
SUCÇÃO			
1	Válvula pé crivo 8 FL DIN GALV	1.027,00	1.027,00
4	Mangote 8" PL (laranja)	431,36	1.725,44
1	Curva 45 8" FL DIN GALV	445,90	445,90
1	Tubo 8" x 2 m GALV FL DIN	566,67	566,67
1	Tubo 8" x 4 m GALV FL DIN	844,00	844,00
1	Redução Excentrica 8 x 6 FL DIN GALV	442,00	442,00
6	Conjunto Fixação 200 mm PN 10 CURTO GALV	102,00	612,00
1	Motobomba (Q = 251 m ³ /h e HM = 85 mca) motor de 125 CV, trifásico, 3500 rpm	32.417,00	32.417,00
1	Chave partida soft starter 125 CV analógica	6.074,00	6.074,00
Total material			329.508,97
Projeto + Acompanhamento da obra			9.885,27
Mão-de-obra			23.065,63
TOTAL PROJETO			362.459,87

APÊNDICE B – Lista de materiais e valor total do projeto com sistema manual com funcionamento máximo de 21 horas

QUANT.	DESCRIÇÃO	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
EMISSOR			
155500	TUBO GOTEJADOR UNIRAM 16 mm 2,3 L/h 0,75 m	0,50	77.750,00
TUBOS			
6	TUBO PN 80 DN 75	32,15	192,90
6	TUBO PN 60 DN 50	14,90	89,40
415	TUBO PN 40 DN100	37,85	15.707,75
130	TUBO PN 60 DN 100	54,80	7.124,00
85	TUBO PN 80 DN 100	62,15	5.282,75
85	TUBO PN 60 DN 150	114,00	9.690,00
100	TUBO PN 80 DN 150	128,36	12.836,00
50	TUBO PN 125 DN 150 DEFOFO	209,50	10.475,00
CAVALETES			
10	REGISTRO ESFERA ROSCAVEL 3	19,80	198,00
10	REGISTRO GAVETA 3	39,60	396,00
10	NIPLE DUPLO 3	44,64	446,40
20	ADAPTADOR SOLD ROSC 75 X 3	2,90	58,00
10	VENTOSA 1"	19,00	190,00
10	JOELHO 90° SOLD 75 mm	10,95	109,50
10	TEE SOLD 75 mm	11,90	119,00
10	LUVA SOLD ROSC 75 X 2 1/2	8,70	87,00
10	BUCHA RED ROSC 2 1/2 X 1 GALV	25,10	251,00
10	TOMADA DE PRESSÃO	12,00	120,00
20	CURVA 90 SOLD DN 100	26,10	522,00
20	RED SOLD 100 X 75	4,70	94,00
CONEXÕES			
1500	ANEL BILABIAL 16 mm	0,38	570,00
1500	INICIO DE LINHA 16 mm	0,75	1.125,00
1500	FIM DE LINHA 16 mm	0,70	1.050,00
2000	UNIÃO 16 mm	0,75	1.500,00
1	CAP SOLD DN 150	9,30	9,30
4	CRUZETA DN 150	78,90	315,60
1	TEE SOLD 150	62,00	62,00
10	RED SOLD 150 X 100	46,80	468,00
6	LUVA 100 mm	8,50	51,00
4	Luva 150 mm	27,35	109,40
2	Luva 150 mm Defofo	43,70	87,40
1	Curva 90 DEFoFo 150mm JE FoFo	98,70	98,70
1	Adaptador PVC 150 mm PTA DEFoFo X BS IRR	43,60	43,60
FILTRAGEM			
1	CONJUNTO FILTRO AREIA 100 m³/h	25.000,00	25.000,00
RAMAL/ FIM DA LINHA			
10	RED SOLD 100 X 50	6,30	63,00
10	CURVA 90° 50 mm	5,00	50,00
10	REGISTRO ESFERA SOLD 50mm	11,00	110,00
10	JOELHO 90 SOLD 50 mm	5,00	50,00
VALVULA DE AR			

Continuação da lista de materiais:

2	TEE RED SOLD 150 X 100	46,75	93,50
2	RED SOLD 100 X 50	6,60	13,20
4	VALVULA VENTOSA 2" NIC	189,00	756,00
3	ADAPT 50 X 2"	1,10	3,30
3	LUVA ROSC 2"	9,00	27,00
INJEÇÃO DE FERTILIZANTES			
1	PAINEL ELÉTRICO TRIF 5 CV	950,00	950,00
1	Booster CAP - 8.3 B/BHD 5 cv (5m³/h e 120 mca) TRIF	1.600,00	1.600,00
2	Reservatório polietileno 5000 L	1.380,00	2.760,00
6	Flange p/ caixa d'água 2"	8,90	53,40
4	REGISTRO DE ESFERA sold 50 mm	11,00	44,00
2	REGISTRO DE GAVETA ROSC 2"	20,00	40,00
4	ADAPTADOR SOLD ROSC 50 X 2	1,10	4,40
4	UNIAO SOLD 50 mm	9,00	36,00
1	ADAPTADOR SOLD ROSC 50 X 1 1/2	1,70	1,70
2	LUVA ROS 2	9,00	18,00
1	FILTRO DISCO 2	75,00	75,00
1	CURVA P/ REGISTRO 2 X 1	18,00	18,00
5	JOELHO 90 F FE GALV 2	31,60	158,00
3	TUBO GALV 2 (BARRA 6 m)	39,00	117,00
1	UNIAO GALV 2"	83,00	83,00
1	LUVA 2 GALV	22,00	22,00
2	NIPLE DUPLO GALV 2"	24,80	49,60
5	CURVA 90 2" GALV	31,60	158,00
1	TEE GALV 2	44,80	44,80
1	BUCHA RED GALV 2 X 1	16,80	16,80
1	BUCHA RED GALV 1 X 3/4	5,30	5,30
1	NIPLE DUPLO GALV 3/4"	4,00	4,00
1	REGISTRO GAVETA METALICO 3/4"	21,80	21,80
RECALQUE BOMBA			
1	VÁL REG PRESSÃO MET C/ PILOTO 4" FL DIN PN 16	1.970,00	1.970,00
1	Conjunto Fixação 50 mm PN 10 CURTO GALV	7,80	7,80
8	Conjunto Fixação 100 mm PN 10 curto GALV	7,80	62,40
12	Conjunto Fixação 150 mm PN 10 curto GALV	7,80	93,60
1	Curva inicial 90 FL DIN c/ escorva 4 GALV	550,00	550,00
1	Red excêntrica 4 x 3 FL DIN GALV	194,80	194,80
1	REGISTRO GAVETA 4" FL DIN	386,00	386,00
2	TUBO GALV 4 X 0,5 m FL DIN C/ SAIDA 2 RC	235,30	470,60
1	TEE 4 FL DIN GALV	396,00	396,00
1	REDUCAO EXC 4X3 FL DIN X RC	198,00	198,00
1	VALVULA ALIVIO METÁLICA 3" ROSC BSP	1.488,00	1.488,00
2	Curva 90 6" FL DIN GALV	470,00	940,00
1	Redução Excentrica 6 x 4 FL DIN GALV	340,40	340,40
3	Tubo 6" x 2 m FL DIN GALV	382,00	1.146,00
2	TUBO GLV 6 X 1 M FL DIN C/ SAIDA 2 RC	344,00	688,00
1	Valvula Retenção c/ by-pass 6" FL DIN GALV	1.220,00	1.220,00
1	Extremidade Ponta e FLANGE DIN 150 mm FoFo	87,00	87,00
ACESSÓRIOS			
4	PASTA LUBRIFICANTE 1 Kg	9,00	36,00
12	ADESIVO PLÁSTICO SOLDÁVEL 800 gr	26,00	312,00
12	SOLUÇÃO LIMPADORA 1000 CC	26,00	312,00

Continuação da lista de materiais:

10	FITA VEDA ROSCA 18 mm X 50 m	4,50	45,00
100	LIXA P/ FERRO N 120	1,80	180,00
MEDIDORES DE PRESSÃO			
2	MANOMETRO 0 - 15 Kgf/cm ²	50,00	100,00
1	CONJUNTO MANOMETRO LEITURA RAPIDA	80,00	80,00
SUCÇÃO			
1	Válvula pé crivo 6 FL DIN GALV	790,00	790,00
2	Adaptador mangote 6 x FL DIN BRONZE	269,60	539,20
4	Abraçadeira mangote 6" MET	12,00	48,00
4	Mangote 6" PL (laranja)	64,00	256,00
1	Curva 45 6" FL DIN GALV	343,00	343,00
1	Tubo 6" x 2 m GALV FL DIN	435,90	435,90
1	Tubo 6" x 4 m GALV FL DIN	468,90	468,90
1	Redução Excentrica 6 x 4 FL DIN GALV	340,40	340,40
6	Conjunto Fixação 150 mm PN 10 CURTO GALV	98,00	588,00
2	Conjunto Fixação 75 mm PN 10 CURTO GALV	86,00	172,00
1	Motobomba INI BLOC 65-250 (Q = 108 m³/h e HM = 116 mca) motor de 75 CV, trifásico, 3500 rpm	17.980,00	17.980,00
1	Chave partida soft starter 75 CV analógica	4.673,00	4.673,00
TOTAL MATERIAL			217.613,50
PROJETO + ACOMPANHAMENTO			6.528,41
MÃO-DE-OBRA			15.232,95
TOTAL GERAL			239.374,85

APÊNDICE C – Lista de materiais e valor total do projeto com sistema automático com funcionamento máximo de 21 horas

QUANT.	DESCRIÇÃO	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
EMISSION			
155500	TUBO GOTEJADOR UNIRAM 16 mm 2,3 L/h 0,75 m	0,50	77.750,00
TUBOS			
6	TUBO PN 80 DN 75	32,15	192,90
6	TUBO PN 60 DN 50	14,90	89,40
415	TUBO PN 40 DN100	37,85	15.707,75
130	TUBO PN 60 DN 100	54,80	7.124,00
85	TUBO PN 80 DN 100	62,15	5.282,75
85	TUBO PN 60 DN 150	114,00	9.690,00
100	TUBO PN 80 DN 150	128,36	12.836,00
50	TUBO PN 125 DN 150 DEFOFO	209,50	10.475,00
3000	TUBO PELBD 1630 ESP.0,80	0,55	1.650,00
CAVALETES			
10	VÁL REG PRESSÃO MET ROSC 3"C/ PILOTO E GALIT	730,00	7.300,00
20	ADAPTADOR SOLD ROSC 75 X 3	2,90	58,00
10	VENTOSA 1"	19,00	190,00
10	JOELHO 90° SOLD 75 mm	10,95	109,50
10	TEE SOLD 75 mm	11,90	119,00
10	LUVA SOLD ROSC 75 X 2 1/2	8,70	87,00
10	BUCHA RED ROSC 2 1/2 X 1 GALV	25,10	251,00
10	TOMADA DE PRESSÃO	12,00	120,00
20	CURVA 90 SOLD DN 100	26,10	522,00
20	RED SOLD 100 X 75	4,70	94,00
CONEXÕES			
1500	ANEL BILABIAL 16 mm	0,38	570,00
1500	INICIO DE LINHA 16 mm	0,75	1.125,00
1500	FIM DE LINHA 16 mm	0,70	1.050,00
2000	UNIÃO 16 mm	0,75	1.500,00
1	CAP SOLD DN 150	9,30	9,30
4	CRUZETA DN 150	78,90	315,60
1	TEE SOLD 150	62,00	62,00
10	RED SOLD 150 X 100	46,80	468,00
6	LUVA 100 mm	8,50	51,00
4	LUVA 150 mm	27,35	109,40
2	Luva 150 mm Defofo	43,70	87,40
1	Curva 90 DEFoFo 150mm JE FoFo	98,70	98,70
1	Adaptador PVC 150 mm PTA DEFoFo X BS IRR	43,60	43,60
FILTRAGEM			
1	CONJUNTO FILTRO AREIA AUTOMÁTICO 100 m³/h	30.000,00	30.000,00
RAMAL/ FIM DA LINHA			
10	RED SOLD 100 X 50	6,30	63,00
10	CURVA 90° 50 mm	5,00	50,00
10	REGISTRO ESFERA SOLD 50mm	11,00	110,00
10	JOELHO 90 SOLD 50 mm	5,00	50,00
VALVULA DE AR			
2	TEE RED SOLD 150 X 100	46,75	93,50
2	RED SOLD 100 X 50	6,60	13,20

Continuação da lista de materiais:

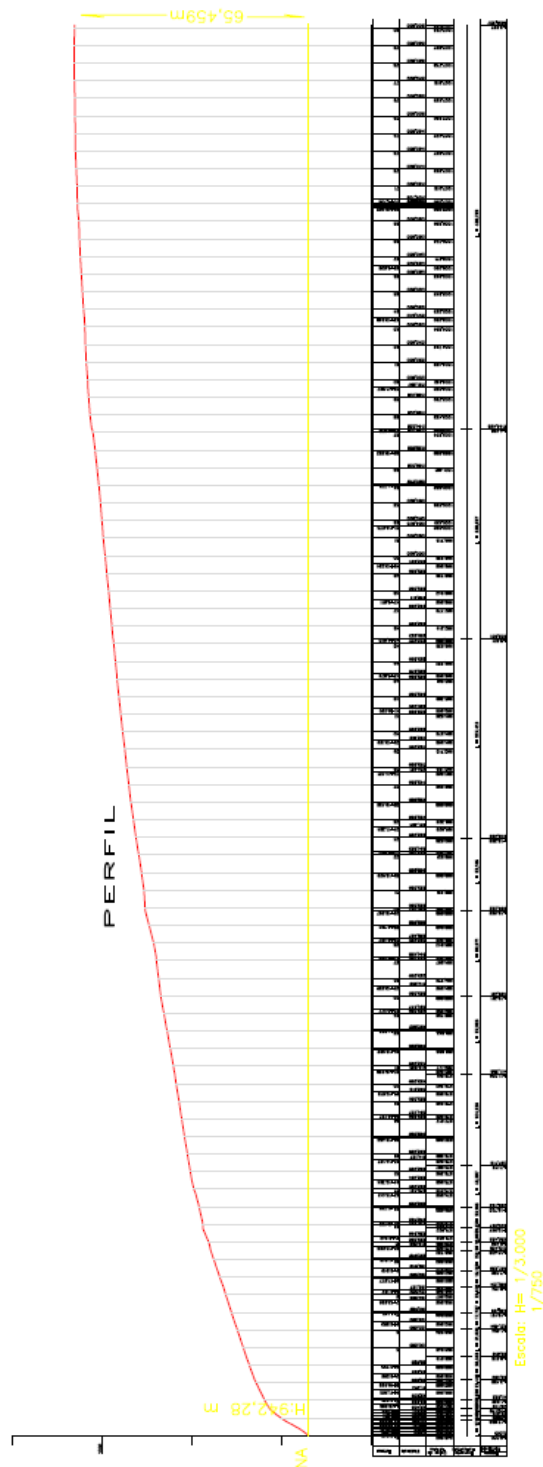
4	VALVULA VENTOSA 2" NIC	189,00	756,00
3	ADAPT 50 X 2"	1,10	3,30
3	LUVA ROSC 2"	9,00	27,00
INJEÇÃO DE FERTILIZANTES			
1	PAINEL ELÉTRICO TRIF 5 cv	950,00	950,00
1	Booster CAP - 8.3 B/BHD 5 cv (5m³/h e 120 mca) TRIF	1.600,00	1.600,00
2	Reservatório polietileno 5000 litros	1.380,00	2.760,00
6	Flange p/ caixa d'água 2"	8,90	53,40
4	REGISTRO DE ESFERA sold 50 mm	11,00	44,00
2	REGISTRO DE GAVETA ROSC 2"	20,00	40,00
4	ADAPTADOR SOLD ROSC 50 X 2	1,10	4,40
4	UNIAO SOLD 50 mm	9,00	36,00
1	ADAPTADOR SOLD ROSC 50 X 1 1/2	1,70	1,70
2	LUVA ROS 2	9,00	18,00
1	FILTRO DISCO 2	75,00	75,00
1	CURVA P/ REGISTRO 2 X 1	18,00	18,00
5	JOELHO 90 F FE GALV 2	31,60	158,00
3	TUBO GALV 2 (BARRA 6 M)	39,00	117,00
1	UNIAO GALV 2"	83,00	83,00
1	LUVA 2 GALV	22,00	22,00
2	NIPLE DUPLO GALV 2"	24,80	49,60
5	CURVA 90 2" GALV	31,60	158,00
1	TEE GALV 2	44,80	44,80
1	BUCHA RED GALV 2 X 1	16,80	16,80
1	BUCHA RED GALV 1 X 3/4	5,30	5,30
1	NIPLE DUPLO GALV 3/4"	4,00	4,00
1	REGISTRO GAVETA METALICO 3/4"	21,80	21,80
AUTOMAÇÃO			
30	TE 8MM M ROSCA 1/8 NPT	3,80	114,00
50	UNIAO 8MM ROSC TF 1/8	2,62	131,00
30	COTOVELO 8MM ROSC TF 1/8	3,70	111,00
1	PAINEL TOTAL CONTROL EXTERNO 6 Estações	1.600,00	1.600,00
10	VÁLVULA SOLENOIDE BERMAD S200 N.O. 3 vias MONTADA em barra metálica	230,00	2.300,00
1500	TUBO PELBD DIAM 5,3 mm ESP 1,30 mm VERDE	0,40	600,00
2000	TUBO PELBD DIAM 5,3 mm ESP 1,30 mm MARROM	0,40	800,00
2500	TUBO PELBD DIAM 5,3 mm ESP 1,30 mm LARANJA	0,40	1.000,00
3000	TUBO PELBD DIAM 5,3 mm ESP 1,30 mm AMARELO	0,40	1.200,00
3500	TUBO PELBD DIAM 5,3 mm ESP 1,30 mm BRANCO	0,40	1.400,00
3500	TUBO PELBD DIAM 5,3 mm ESP 1,30 mm VERMELHO	0,40	1.400,00
RECALQUE BOMBA			
1	VÁL REG PRESSÃO MET C/ PILOTO 4" FL DIN PN 16	1.970,00	1.970,00
1	Conjunto Fixação 50 mm PN 10 CURTO GALV	7,80	7,80
8	Conjunto Fixação 100 mm PN 10 curto GALV	7,80	62,40
12	Conjunto Fixação 150 mm PN 10 curto GALV	7,80	93,60
1	Curva inicial 90 FL DIN c/ escorva 4 GALV	550,00	550,00
1	Red excêntrica 4 x 3 FL DIN GALV	194,80	194,80
1	REGISTRO GAVETA 4" FL DIN	386,00	386,00
2	TUBO GALV 4X0,5M FL DIN C/ SAIDA 2 RC	235,30	470,60
1	BUCHA REDU FE GALV 2X1	16,80	16,80
1	TE FE GALV 1	13,30	13,30

Continuação da lista de materiais:

2	BUCHA REDU FE GALV 1X1/4	3,80	7,60
3	NIPEL DUPLO FE GALV 1	7,20	21,60
1	JOELHO 90 F FE GALV 1	9,00	9,00
1	TEE 4 FL DIN GALV	396,00	396,00
1	REDUCAO EXC 4X3 FL DIN X RC	198,00	198,00
1	VALVULA ALIVIO METÁLICA 3" ROSC BSP	1.488,00	1.488,00
1	REGISTRO ESF MET 1	36,90	36,90
1	FILTRO DISC PLAST 120 MESH IRR 1	25,00	25,00
1	VALVULA RET 1 RC	12,00	12,00
1	BUCHA REDU ROSC 1/4 x1/8	3,80	3,80
1	COTOVELO 8MM ROSC TF 1/8	2,50	2,50
2	Curva 90 6" FL DIN GALV	470,00	940,00
1	Redução Excentrica 6 x 4 FL DIN GALV	340,40	340,40
3	Tubo 6" x 2 m FL DIN GALV	382,00	1.146,00
2	TUBO GLV 6 X 1 M FL DIN C/ SAIDA 2 RC	344,00	688,00
1	Valvula Retenção c/ by-pass 6" FL DIN GALV	1.220,00	1.220,00
1	Extremidade Ponta e FLANGE DIN 150 MM FoFo	87,00	87,00
ACESSÓRIOS			
4	PASTA LUBRIFICANTE 1 Kg	9,00	36,00
12	ADESIVO PLÁSTICO SOLDÁVEL 800 gr	26,00	312,00
12	SOLUÇÃO LIMPADORA 1000 CC	26,00	312,00
10	FITA VEDA ROSCA 18 mm X 50 m	4,50	45,00
100	LIXA P/ FERRO N 120	1,80	180,00
MEDIDORES DE PRESSÃO			
2	MANOMETRO 0 - 15 Kgf/cm ²	50,00	100,00
1	CONJUNTO MANOMETRO LEITURA RAPIDA	80,00	80,00
SUCÇÃO			
1	Válvula pé crivo 6 FL DIN GALV	790,00	790,00
2	Adaptador mangote 6 x FL DIN BRONZE	269,60	539,20
4	Abraçadeira mangote 6" MET	12,00	48,00
4	Mangote 6" PL (laranja)	64,00	256,00
1	Curva 45 6" FL DIN GALV	343,00	343,00
1	Tubo 6" x 2 m GALV FL DIN	435,90	435,90
1	Tubo 6" x 4 m GALV FL DIN	468,90	468,90
1	Redução Excentrica 6 x 4 FL DIN GALV	340,40	340,40
6	Conjunto Fixação 150 mm PN 10 CURTO GALV	98,00	588,00
2	Conjunto Fixação 75 mm PN 10 CURTO GALV	86,00	172,00
1	Motobomba INI BLOC 65-250 (Q = 108 m³/h e HM = 116 mca) motor de 75 CV, trifásico, 3500 rpm	17.980,00	17.980,00
1	Chave partida soft starter 75 CV analógica	4.673,00	4.673,00
TOTAL MATERIAL			241.327,60
PROJETO + ACOMPANHAMENTO			7.239,81
MÃO-DE-OBRA			16.892,93
TOTAL GERAL			265.460,34

ANEXOS

ANEXO 01



INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Equidistância das curvas de nível
1,00 (um) metro
Datum
Astro Chud
Sistema de Projeção
Topográfico
DESNÍVEL MÁXIMO: 65,459m
DISTANCIA NA UNHA DO PERFIL: 1.603,227 m

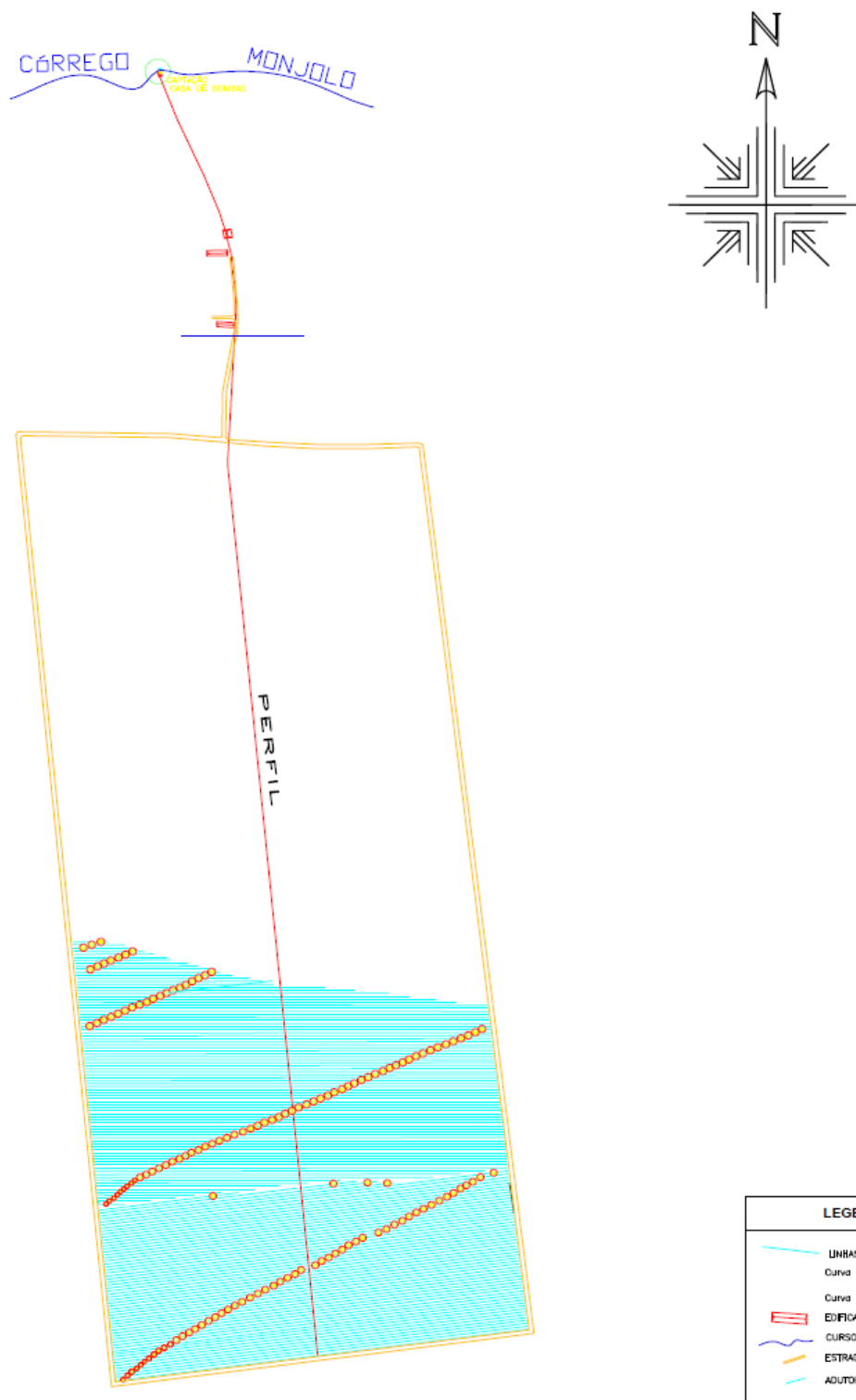


DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

CNPJ: 12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL	APROVAÇÃO	DATA 10/11/2012	PRANCHA
ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF		ÁREA 57,04 Ha	1 12
AUTOR DO PROJETO Anna Paula	RESPONSÁVEL TÉCNICO João Maurício CREA 16672/D GO	UNIDADE Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura	CONTEÚDO DA PRANCHA Perfil Topográfico	ESCALA Sem escala	
		DESENHO	

ANEXO 02



LEGENDA	
	LINHAS DE CAPE
	Curva de nível mestra
	Curva de nível intermediária
	EDIFICAÇÕES
	CURSO D'ÁGUA
	ESTRADA DE TERRA
	ADUTORA



DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

CNPJ: 12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

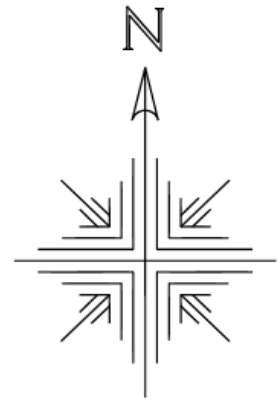
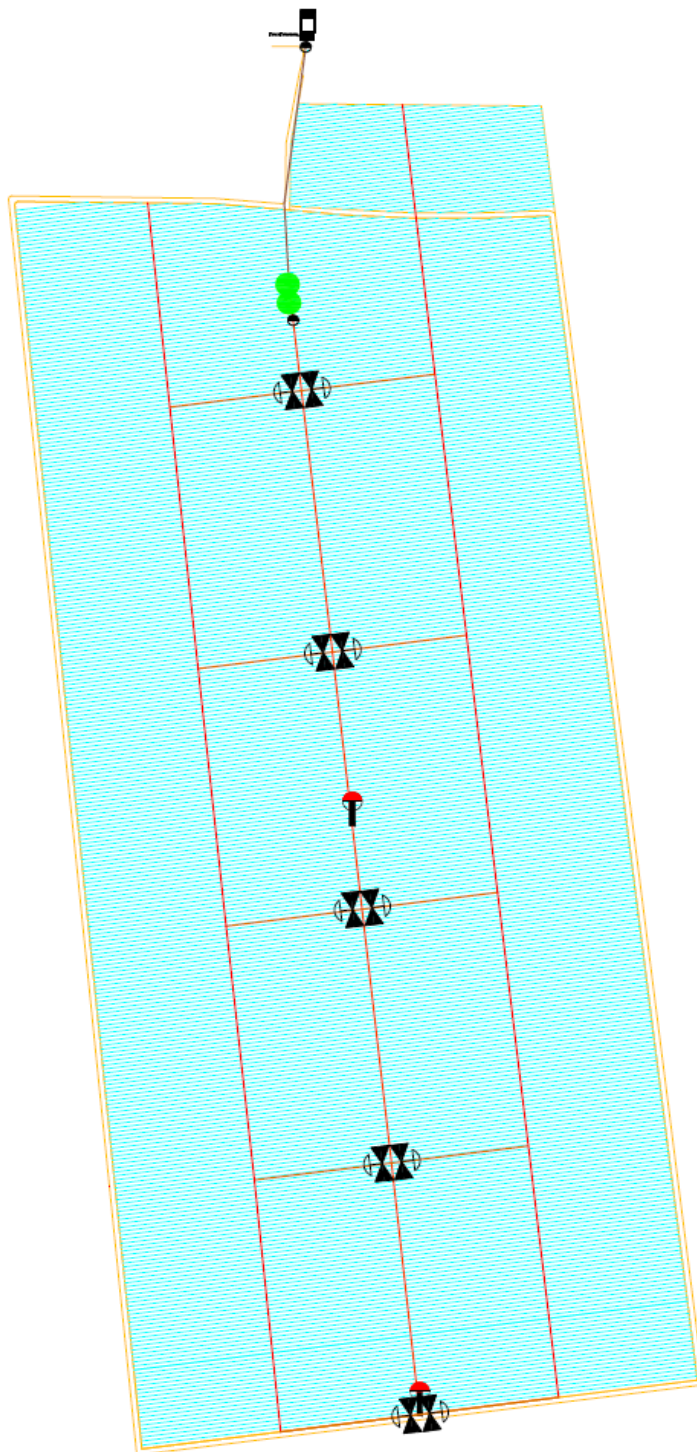
PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL	APROVAÇÃO	DATA 10/11/2012	PRANCHA 2 12
ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF		ÁREA 57,04 Ha	
AUTOR DO PROJETO Anna Paula	RESPONSÁVEL TÉCNICO João Maurício CREA 16672/D GO	UNIDADE Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura	CONTEÚDO DA PRANCHA Perfil Topográfico	ESCALA Sem escala	
		DESENHO	

ANEXO 03

LEGENDA

- Canal de 100 mm (100)
- Canal de 150 mm (150)
- Canal de 200 mm (200)
- Canal de 250 mm (250)
- Canal de 300 mm (300)
- Canal de 350 mm (350)
- Canal de 400 mm (400)
- Canal de 450 mm (450)
- Canal de 500 mm (500)
- Canal de 600 mm (600)
- Canal de 700 mm (700)
- Canal de 800 mm (800)
- Canal de 900 mm (900)
- Canal de 1000 mm (1000)
- Canal de 1200 mm (1200)
- Canal de 1500 mm (1500)
- Canal de 2000 mm (2000)
- Canal de 2500 mm (2500)
- Canal de 3000 mm (3000)
- Canal de 3500 mm (3500)
- Canal de 4000 mm (4000)
- Canal de 4500 mm (4500)
- Canal de 5000 mm (5000)
- Canal de 6000 mm (6000)
- Canal de 7000 mm (7000)
- Canal de 8000 mm (8000)
- Canal de 9000 mm (9000)
- Canal de 10000 mm (10000)
- Canal de 12000 mm (12000)
- Canal de 15000 mm (15000)
- Canal de 20000 mm (20000)
- Canal de 25000 mm (25000)
- Canal de 30000 mm (30000)
- Canal de 35000 mm (35000)
- Canal de 40000 mm (40000)
- Canal de 45000 mm (45000)
- Canal de 50000 mm (50000)
- Canal de 60000 mm (60000)
- Canal de 70000 mm (70000)
- Canal de 80000 mm (80000)
- Canal de 90000 mm (90000)
- Canal de 100000 mm (100000)
- Canal de 120000 mm (120000)
- Canal de 150000 mm (150000)
- Canal de 200000 mm (200000)
- Canal de 250000 mm (250000)
- Canal de 300000 mm (300000)
- Canal de 350000 mm (350000)
- Canal de 400000 mm (400000)
- Canal de 450000 mm (450000)
- Canal de 500000 mm (500000)
- Canal de 600000 mm (600000)
- Canal de 700000 mm (700000)
- Canal de 800000 mm (800000)
- Canal de 900000 mm (900000)
- Canal de 1000000 mm (1000000)
- Canal de 1200000 mm (1200000)
- Canal de 1500000 mm (1500000)
- Canal de 2000000 mm (2000000)
- Canal de 2500000 mm (2500000)
- Canal de 3000000 mm (3000000)
- Canal de 3500000 mm (3500000)
- Canal de 4000000 mm (4000000)
- Canal de 4500000 mm (4500000)
- Canal de 5000000 mm (5000000)
- Canal de 6000000 mm (6000000)
- Canal de 7000000 mm (7000000)
- Canal de 8000000 mm (8000000)
- Canal de 9000000 mm (9000000)
- Canal de 10000000 mm (10000000)
- Canal de 12000000 mm (12000000)
- Canal de 15000000 mm (15000000)
- Canal de 20000000 mm (20000000)
- Canal de 25000000 mm (25000000)
- Canal de 30000000 mm (30000000)
- Canal de 35000000 mm (35000000)
- Canal de 40000000 mm (40000000)
- Canal de 45000000 mm (45000000)
- Canal de 50000000 mm (50000000)
- Canal de 60000000 mm (60000000)
- Canal de 70000000 mm (70000000)
- Canal de 80000000 mm (80000000)
- Canal de 90000000 mm (90000000)
- Canal de 100000000 mm (100000000)
- Canal de 120000000 mm (120000000)
- Canal de 150000000 mm (150000000)
- Canal de 200000000 mm (200000000)
- Canal de 250000000 mm (250000000)
- Canal de 300000000 mm (300000000)
- Canal de 350000000 mm (350000000)
- Canal de 400000000 mm (400000000)
- Canal de 450000000 mm (450000000)
- Canal de 500000000 mm (500000000)
- Canal de 600000000 mm (600000000)
- Canal de 700000000 mm (700000000)
- Canal de 800000000 mm (800000000)
- Canal de 900000000 mm (900000000)
- Canal de 1000000000 mm (1000000000)
- Canal de 1200000000 mm (1200000000)
- Canal de 1500000000 mm (1500000000)
- Canal de 2000000000 mm (2000000000)
- Canal de 2500000000 mm (2500000000)
- Canal de 3000000000 mm (3000000000)
- Canal de 3500000000 mm (3500000000)
- Canal de 4000000000 mm (4000000000)
- Canal de 4500000000 mm (4500000000)
- Canal de 5000000000 mm (5000000000)
- Canal de 6000000000 mm (6000000000)
- Canal de 7000000000 mm (7000000000)
- Canal de 8000000000 mm (8000000000)
- Canal de 9000000000 mm (9000000000)
- Canal de 10000000000 mm (10000000000)
- Canal de 12000000000 mm (12000000000)
- Canal de 15000000000 mm (15000000000)
- Canal de 20000000000 mm (20000000000)
- Canal de 25000000000 mm (25000000000)
- Canal de 30000000000 mm (30000000000)
- Canal de 35000000000 mm (35000000000)
- Canal de 40000000000 mm (40000000000)
- Canal de 45000000000 mm (45000000000)
- Canal de 50000000000 mm (50000000000)
- Canal de 60000000000 mm (60000000000)
- Canal de 70000000000 mm (70000000000)
- Canal de 80000000000 mm (80000000000)
- Canal de 90000000000 mm (90000000000)
- Canal de 100000000000 mm (100000000000)
- Canal de 120000000000 mm (120000000000)
- Canal de 150000000000 mm (150000000000)
- Canal de 200000000000 mm (200000000000)
- Canal de 250000000000 mm (250000000000)
- Canal de 300000000000 mm (300000000000)
- Canal de 350000000000 mm (350000000000)
- Canal de 400000000000 mm (400000000000)
- Canal de 450000000000 mm (450000000000)
- Canal de 500000000000 mm (500000000000)
- Canal de 600000000000 mm (600000000000)
- Canal de 700000000000 mm (700000000000)
- Canal de 800000000000 mm (800000000000)
- Canal de 900000000000 mm (900000000000)
- Canal de 1000000000000 mm (1000000000000)
- Canal de 1200000000000 mm (1200000000000)
- Canal de 1500000000000 mm (1500000000000)
- Canal de 2000000000000 mm (2000000000000)
- Canal de 2500000000000 mm (250

ANEXO 04



LEGENDA	
	Tubo 100 mm x 100 mm
	Tubo 150 mm x 80 mm
	Tubo 150 mm x 60 mm
	Tubo 150 mm x 40 mm
	Tubo 150 mm x 30 mm
	Tubo 150 mm x 20 mm
	Valvula
	Valvula manual 1/2" ou 3/4"
	Valvula 1/2" ou 3/4" (1/2")
	Valvula de irrigação
	Atorque



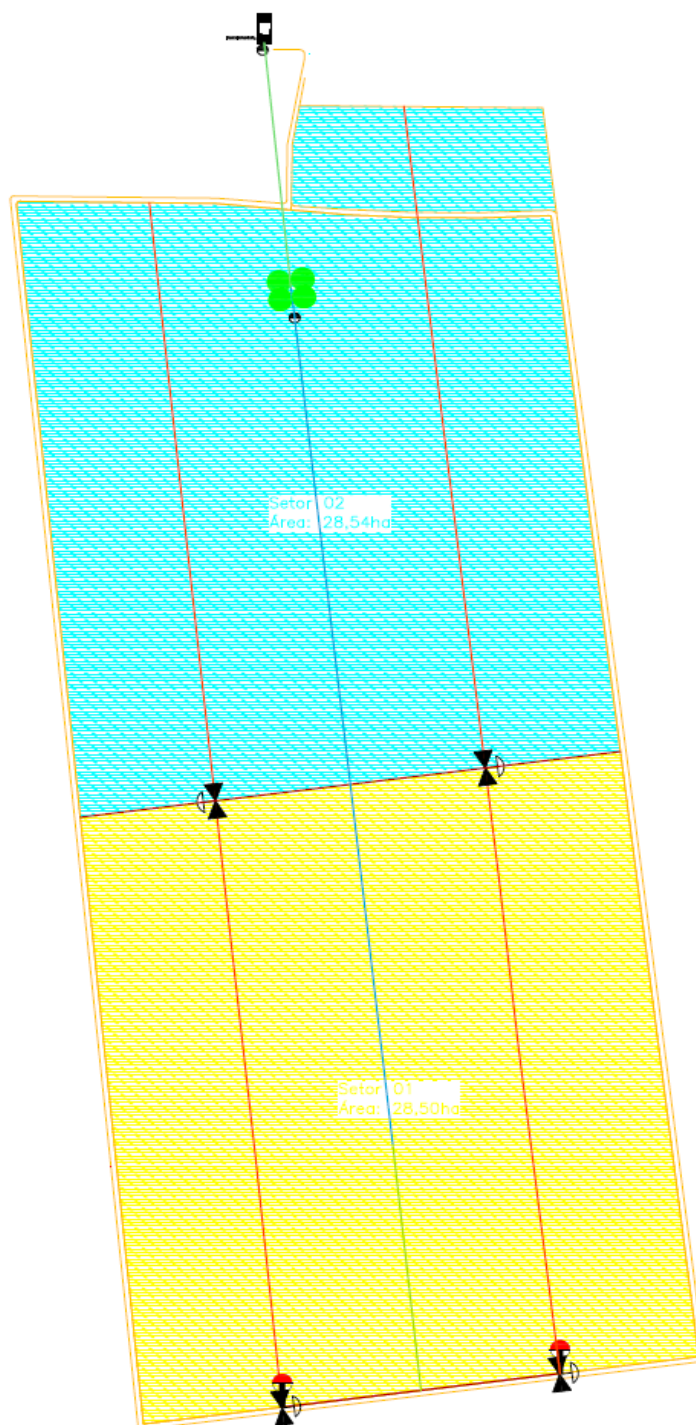
DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

CNPJ:12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL	APROVAÇÃO	DATA 10/11/2012	PRANCHA
ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF		ÁREA 57,04 Ha	
AUTOR DO PROJETO Anna Paula	RESPONSÁVEL TÉCNICO João Maurício CREA 16672/D GO	UNIDADE Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura	CONTEÚDO DA PRANCHA Layout Irrigação	ESCALA Sem escala	
Sistema Automático		DESENHO	

4
12

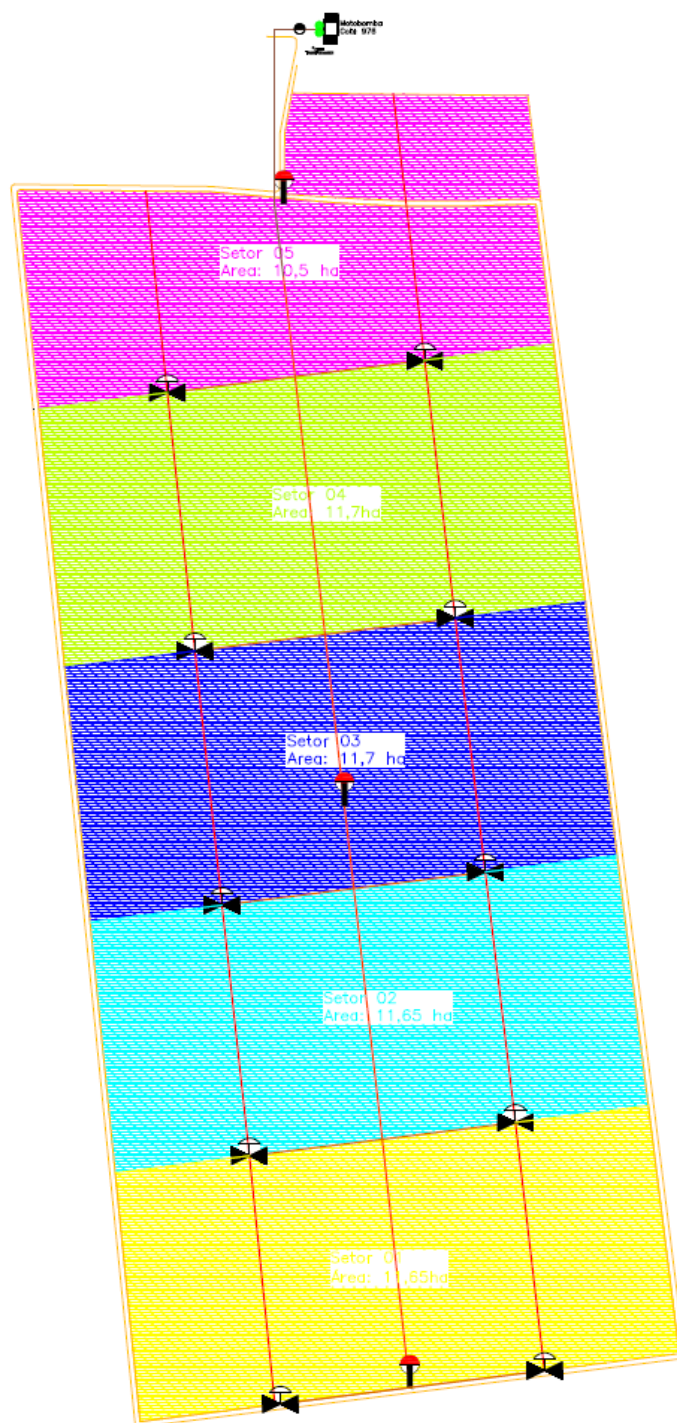
ANEXO 05



LEGENDA	
	Tubo 04 100 Pn 100
	Tubo 04 100 Pn 05
	Tubo 04 100 Pn 05
	Tubo 04 100 Pn 05
	PLANTIO
	VALVULA MANUAL C/ DRENAGEM
	VALVULA DE 1" (DRENAGEM)
	VALVULA DE 1/2" (DRENAGEM)

DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA. CNPJ:12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br			
PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF AUTOR DO PROJETO Anna Paula DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura	APROVAÇÃO RESPONSÁVEL TÉCNICO João Mauricio CREA 16672/D GO CONTEÚDO DA PRANCHA Sectores sistema manual	DATA 10/11/2012 ÁREA 57,04 Ha UNIDADE Metros ESCALA Sem escala DESENHO	PRANCHA 5 12

ANEXO 06



LEGENDA	
	Limite do Setor 01
	Limite do Setor 02
	Limite do Setor 03
	Limite do Setor 04
	Limite do Setor 05
	Estação de Bombeamento
	Estação de Bombeamento nº 1
	Estação de Bombeamento nº 2
	Estação de Bombeamento nº 3
	Estação de Bombeamento nº 4
	Estação de Bombeamento nº 5

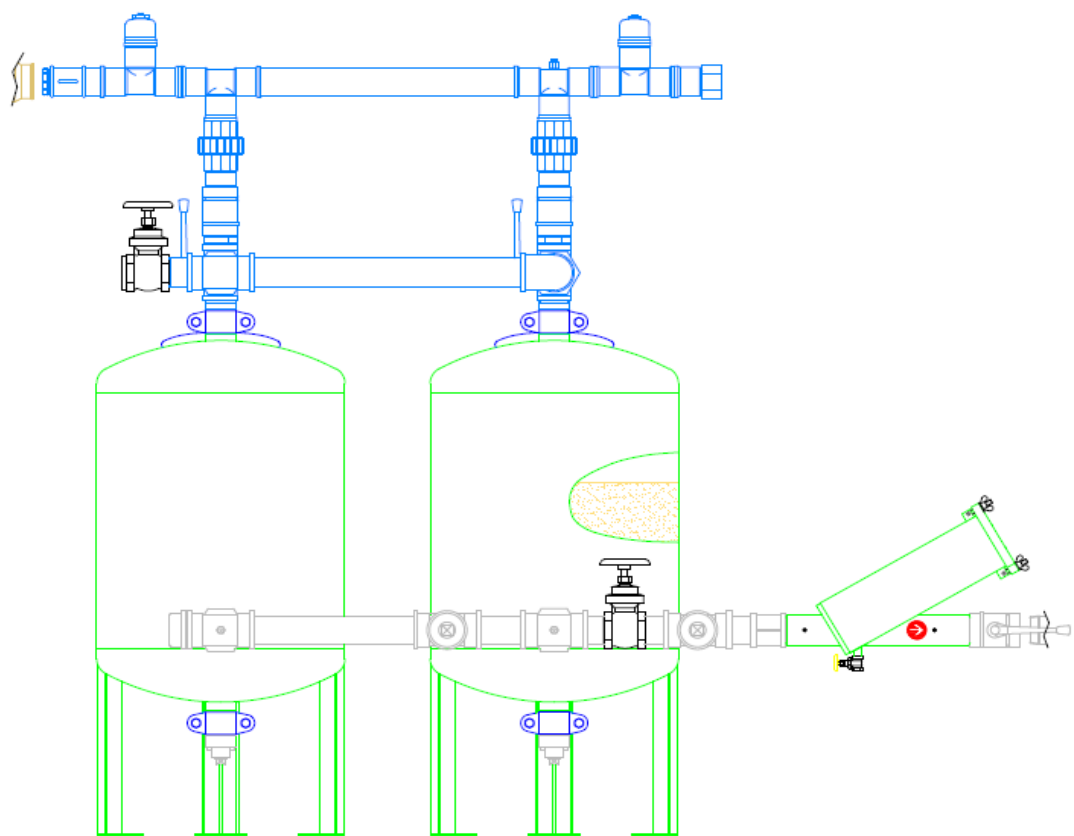


DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

CNPJ: 12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

PROPRIETÁRIO	FAZENDA SANTA IZABEL	APPROVAÇÃO	DATA	10/11/2012	PRANCHA
ENDEREÇO DA OBRA	Planaltina - DF		ÁREA	57,04 Ha	6 12
AUTOR DO PROJETO	Anna Paula	RESPONSÁVEL TÉCNICO	UNIDADE	Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO	Irrigação localizada em cafeicultura	CONTEÚDO DA PRANCHA	ESCALA	Sem escala	
	Sistema Automático	Setores sistema automático	DESENHO		

ANEXO 07

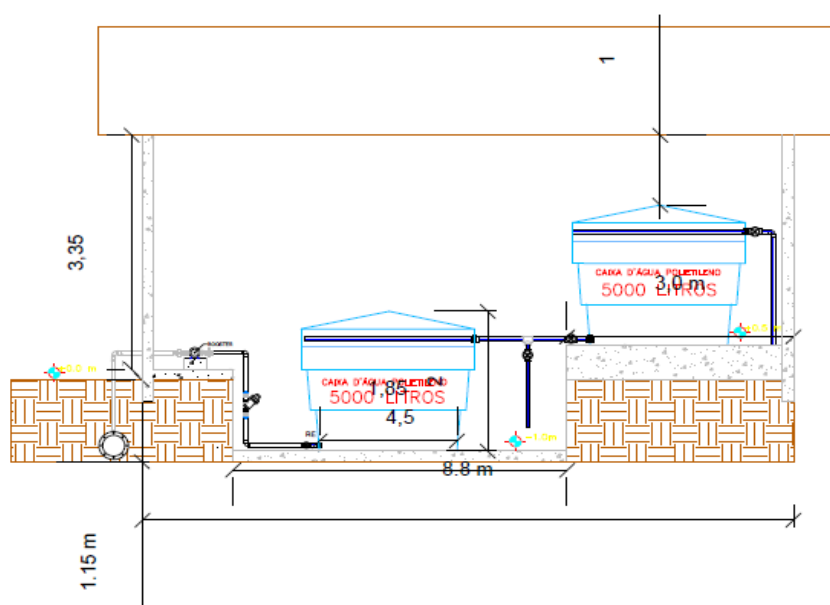
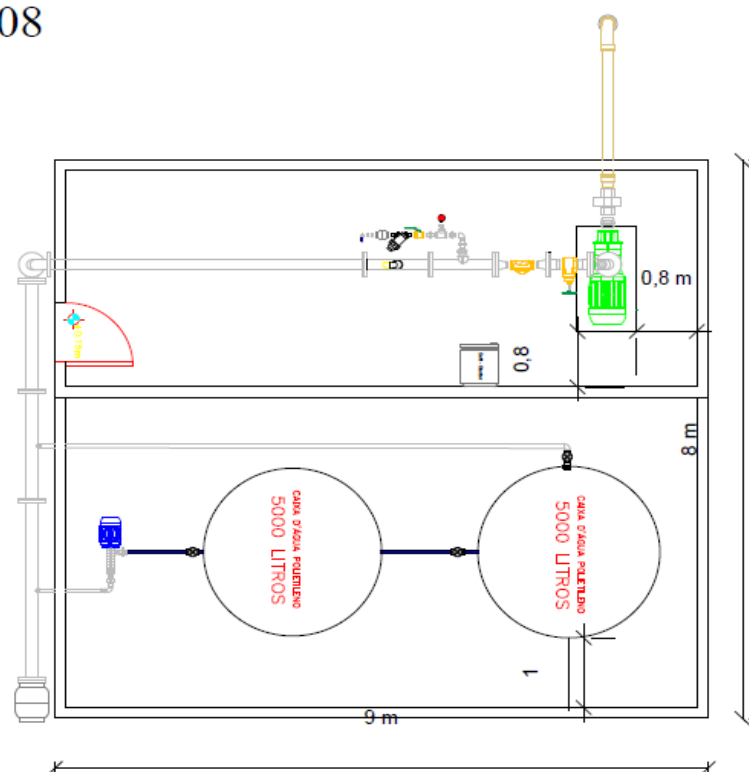


DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

CNPJ: 12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL	APROVAÇÃO	DATA 10/11/2012	PRANCHA 7 12
ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF		ÁREA 57,04 Ha	
AUTOR DO PROJETO Anna Paula	RESPONSÁVEL TÉCNICO João Maurício CREA 16672/D GO	UNIDADE Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura	CONTEÚDO DA PRANCHA Filtros de Areia	ESCALA Sem escala	
DESENHO Filtros de Areia		DESENHO	

ANEXO 08

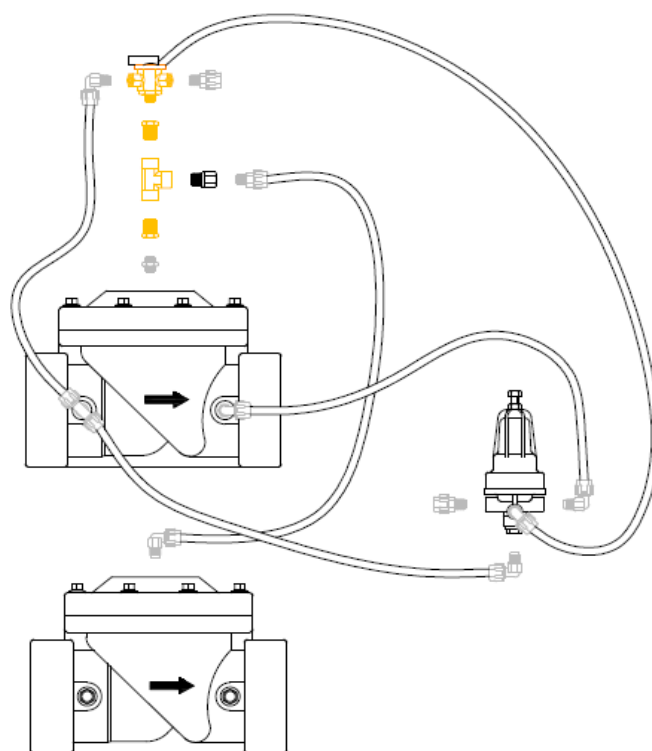
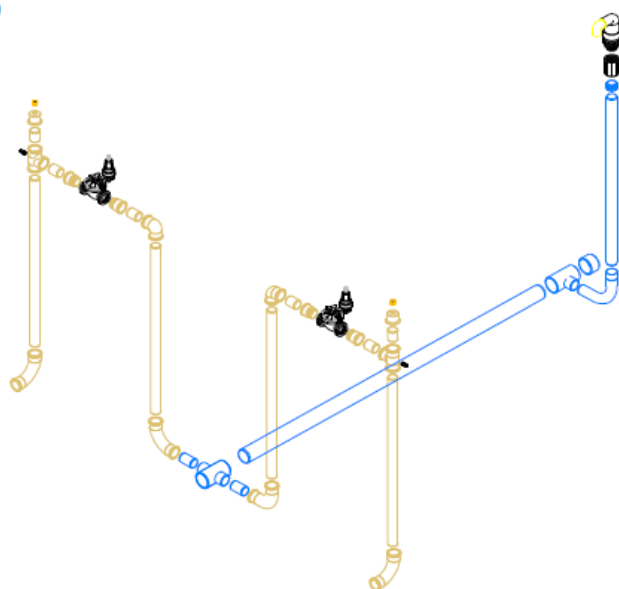


DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

CNPJ: 12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL	APROVAÇÃO	DATA 10/11/2012	PRANCHA
ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF		ÁREA 57,04 Ha	8 12
AUTOR DO PROJETO Anna Paula	RESPONSÁVEL TÉCNICO João Mauricio CREA 16672/D GO	UNIDADE Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura	CONTEÚDO DA PRANCHA Casa de bomba	ESCALA Sem escala	
Bombeamento		DESENHO	

ANEXO 09



Detalhes Cavaletes



DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

CNPJ: 12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL	APPROVAÇÃO	DATA 10/11/2012	PRANCHA
ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF	RESPONSÁVEL TÉCNICO João Maurício CREA 16672/D GO	ÁREA 57,04 Ha	9 12
AUTOR DO PROJETO Anna Paula	CONTEÚDO DA PRANCHA Cavaletes	UNIDADE Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura		ESCALA Sem escala	
DESENHO			

ANEXO 10

BASE DO CONJUNTO MOTOBOMBA

Após a chegada da motobomba, deverá ser construída dentro da casa de bombas, a base de concreto da mesma. Para tanto o(a) comprador(a) deve verificar qual o tipo de chassi empregado, observando sempre as orientações e desenhos abaixo:

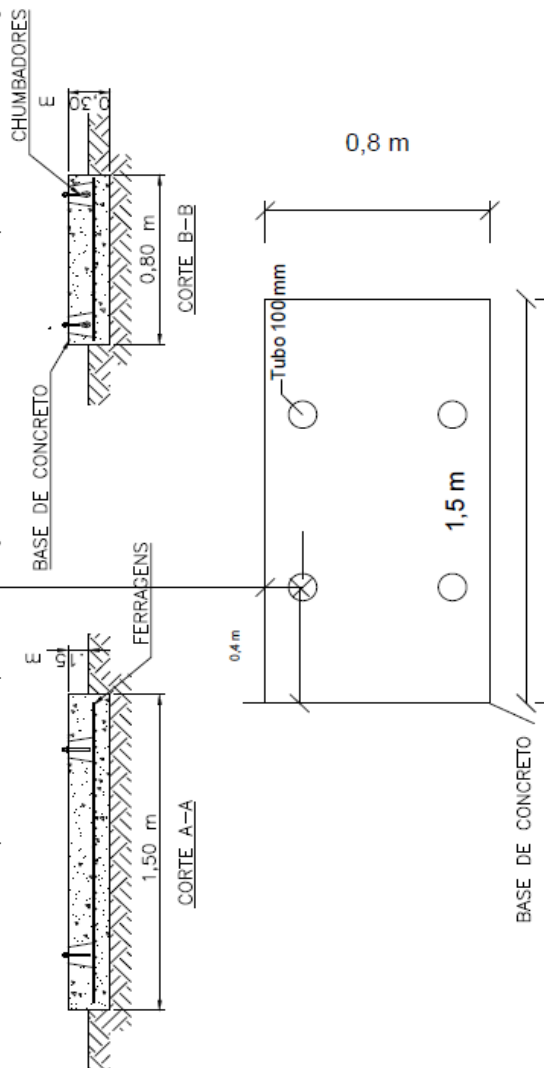
Nivelar e compactar toda a área destinada à casa de bombas;
Localizar os eixos de fundação da(s) base(s) da(s) motobomba(s);
Preparar o concreto para base, no traço de 1:3:3 (volume de cimento, areia e pedra britada ou cascalho lavado);

Concretar 1/3 (um terço) da altura do bloco;
Posicionar no sentido de maior comprimento, a cada 0,15 metros, ferros de bitola 3/8";
Posicionar os tubos de PVC, nos locais dos chumbadores. Concretar o restante do bloco e nivelar;
Retirar os tarugos no primeiro dia de cura;
Deixar curar por 4 ou 5 dias;

Posicionar o conjunto motobomba sobre a base, apoiando sobre pontaletes para facilitar a fixação dos chumbadores;
o chumbamento deve ser feito com argamassa de traço 1:2 (volume de cimento e areia limpa);
Aguardar de 4 a 5 dias para a cura e retirar os pontaletes. Apertar as porcas fixando-se a base do conjunto motobomba.

Obs.: Em terrenos alagados, não firmes, as motobombas devem ser instaladas sobre estacas de madeira ou enrocamentos de pedra. Se houver necessidade de utilização imediata do equipamento, recomenda-se usar acelerador de pega para concreto tipo SIK-3. Em 3 dias pode ser utilizada a base.

As dimensões indicadas por letras no esquema de fixação do chassi serão fornecidas pelo distribuidor da região.

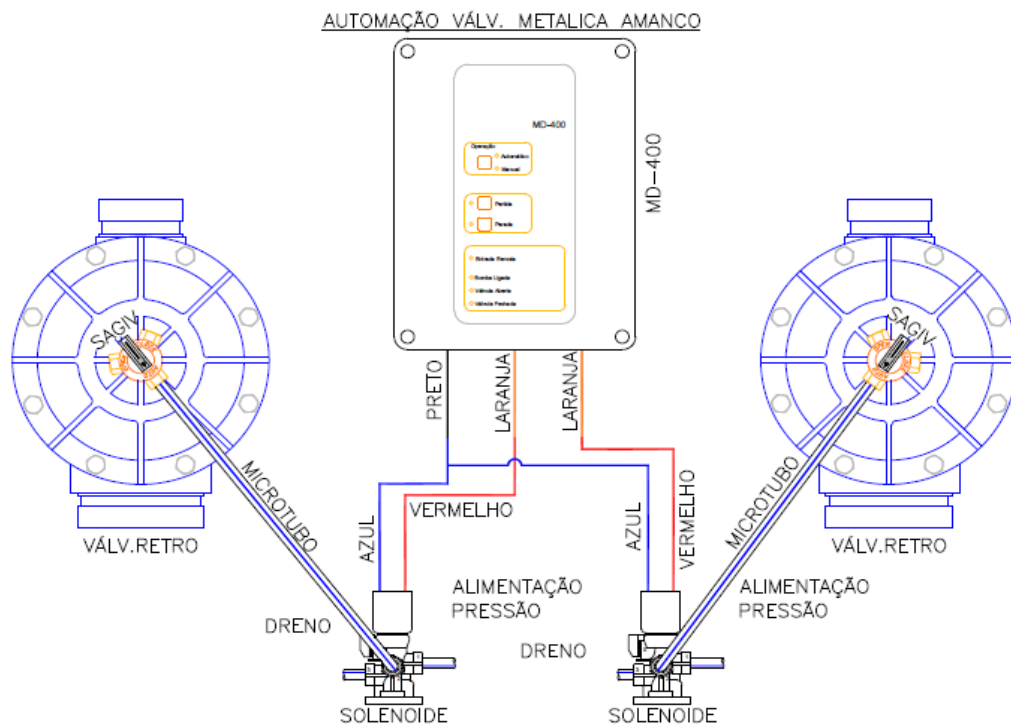


DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

CNPJ:12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL	APROVAÇÃO	DATA 10/11/2012	PRANCHA
ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF		ÁREA 57,04 Ha	10 12
AUTOR DO PROJETO Anna Paula	RESPONSÁVEL TÉCNICO João Maurício CREA 16672/D GO	UNIDADE Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura Base motobomba	CONTEÚDO DA PRANCHA Instruções Base motobomba	ESCALA Sem escala	
		DESENHO	

ANEXO 11

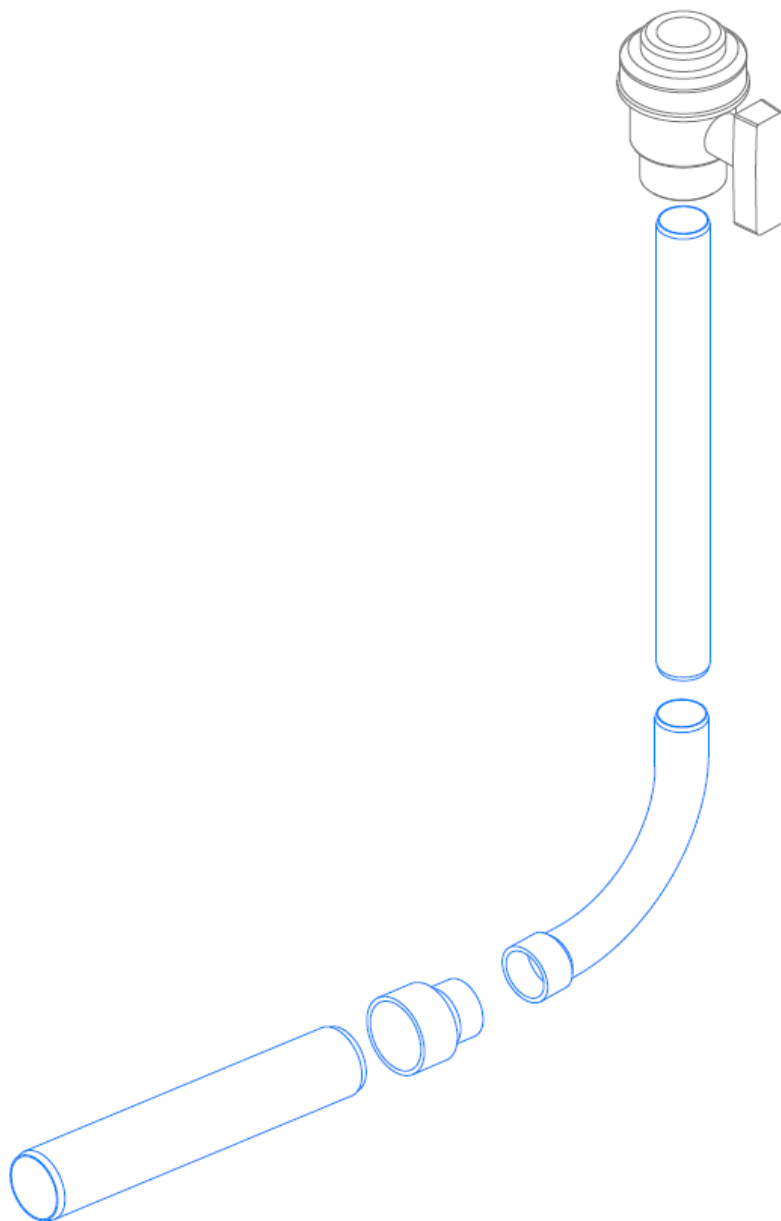


DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

CNPJ: 12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL	APROVAÇÃO	DATA 10/11/2012	PRANCHAS
ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF		ÁREA 57,04 Ha	11 12
AUTOR DO PROJETO Anna Paula	RESPONSÁVEL TÉCNICO João Maurício CREA 16672/D GO	UNIDADE Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura	CONTEÚDO DA PRANCHA Automação Filtro de Areia	ESCALA Sem escala	
Automação Filtro de Areia		DESENHO	

ANEXO 12



DEMETRA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.
CNPJ:12.794.417/0001-52 - Rua AP3, Número 286, Conj. Aruanã 3, Goiânia - GO - www.demetraengenharia.com.br

PROPRIETÁRIO FAZENDA SANTA IZABEL	APPROVAÇÃO	DATA 10/11/2012	PRANCHA
ENDEREÇO DA OBRA Planaltina - DF		ÁREA 57,04 Ha	12 12
AUTOR DO PROJETO Anna Paula	RESPONSÁVEL TÉCNICO João Maurício CREA 16672/D GO	UNIDADE Metros	
DESCRIÇÃO DO PROJETO Irrigação localizada em cafeicultura	CONTEÚDO DA PRANCHA Detalhe Ramal Final Linha Lateral	ESCALA Sem escala	
Detalhe limpeza rede		DESENHO	