

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO E AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE
IRRIGAÇÃO PRESSURIZADA UTILIZANDO SOFTWARES LIVRES**

ITALO LUBARINO COSTA

**PETROLINA, PE
2019**

ITALO LUBARINO COSTA

**DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO E AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE
IRRIGAÇÃO PRESSURIZADA UTILIZANDO SOFTWARES LIVRES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2019**

ITALO LUBARINO COSTA

**DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO E AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE
IRRIGAÇÃO PRESSURIZADA UTILIZANDO SOFTWARES LIVRES**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: ____ de _____ de ____

Professor Dr. Luís Fernando de Souza Magno Campeche
(Membro da banca examinadora)

Professor Dr. Marlon Gomes da Rocha
(Membro da banca examinadora)

Professor Dr. José Sebastião Costa de Sousa
Professor (Orientador)

RESUMO

Para a elaboração de projetos de irrigação são necessários alguns procedimentos metodológicos a citar a escolha das equações de perda de carga para o dimensionamento hidráulico e o desenho de layout. Uma forma de melhorar este processo é a utilização de softwares, isto no tocante a evitar erros de cálculo e abranger maior amplitude de simulações. Assim, objetivou-se com este trabalho o dimensionamento hidráulico e avaliação de projetos de irrigação pressurizadas utilizando softwares livres. Para tanto foram reunidas plantas baixas de projetos de irrigação pressurizada e o redimensionamento a partir dos softwares IrrigaCAD e SIRRAD. A respeito dos programas aponta-se que o IrrigaCAD, apesar de ser de distribuição livre, demanda o software AutoCAD (que é licenciado), contudo, a agilidade na construção do layout da área, o detalhamento e a possibilidade de cadastramento de emissores, além de permitir o dimensionamento de projetos de irrigação por aspersão, microaspersão e gotejamento e o reconhecimento e interpolação de curvas de nível exportado do Google Earth, são algumas das vantagens mais chamativas do programa, justificando sua aquisição e uso. Já o SIRRAD, tem como características marcantes o uso livre, ter sido desenvolvido em planilhas eletrônicas e conter telas que permitem o usuário projetar sistemas de irrigação por aspersão, microaspersão e gotejamento. As telas do SIRRAD são autoexplicativas (além de tutorial) e o usuário pode realizar cálculos em partes específicas do projeto (não há necessidade de desenvolver o projeto na íntegra para calcular, por exemplo, a potência do motobomba). De modo geral, a partir dos dimensionamentos realizados nos programas, observou-se simetria nos valores gerados, com exceção da perda de carga nas tubulações laterais. Atribuiu-se a adoção de equações o motivo principal para as diferenças observadas entre os programas, e que o IrrigaCAD se destaca na geração de layouts e dimensionamentos de projetos mais complexos, já o SIRRAD é mais prático para determinações rápidas, não demanda desenho do layout para a geração de resultados e apresenta a metodologia empregada diretamente nas suas telas.

Palavras-chave: IrrigaCAD, SIRRAD, Perda de Carga, Layout, Gotejamento.

Ao Senhor Deus.

Aos meus pais, Eulina e Eliomar, a
minha esposa Dayana, a meu irmão Gustavo
e minha filha Maryana aos meus amigos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus responsável por toda a minha caminhada até aqui, sou grato pelo dom da vida e por não ter me deixado fraquejar nos momentos mais difíceis ao longo desta estrada.

Aos meus pais José Eliomar Araujo Costa e Eulina Albertina Moreira Lubarino Costa, que sempre me incentivaram a seguir em frente e me ajudaram sempre.

A meu irmão Jose Gustavo Lubarino Costa.

A minha esposa Dayana da Silva Santos, que foi minha fortaleza todos esses anos árduos de graduação, me apoiando e aconselhando.

A minha filha Maryana Santos Lubarino Costa, um presente de Deus em minha vida.

Ao Prof. José Sebastião Costa de Sousa pela valiosa orientação, ensinamentos e ajuda ao longo da trajetória desse trabalho e também meu orientador.

Aos funcionários do IF SERTÃO-PE, que de alguma forma contribuíram para o cumprimento deste trabalho.

A Edson Vasconcelos de Freitas, pela oportunidade de trabalho, e por me transmitir conhecimento práticos e teóricos da realidade da irrigação no campo.

Aos meus colegas de trabalho da Freitas Irrigação.

A Lindinaldo Silva, representante da Amanco, pelo ingresso no treinamento do IrrigaCAD.

A própria Amanco pelo o treinamento no programa e em especial ao amigo Marcelo C. Capelleto pela concessão de planilhas que permitiram sanar dúvidas do IrrigaCAD.

Ao meu amigo compadre Luiz Nunes, sempre tivemos juntos nessa batalha pela graduação em agronomia.

À minha amiga Maria Gilzete, que esteve presente em algumas das etapas de execução desse trabalho de forma voluntaria. Meu muito obrigado por toda sua contribuição.

Aos companheiros do curso de bacharelado em agronomia.

Enfim, a todos que colaboram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

A teoria sem a prática vira 'verbalismo', assim como a prática sem teoria, vira ativismo. No entanto, quando se une a prática com a teoria tem-se a práxis, a ação criadora e modificadora da realidade. (Paulo Freire)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Irrigação por aspersão em hortaliças.....	21
Figura 2. Sistema portátil de irrigação.....	21
Figura 3. Sistema permanente de irrigação.....	22
Figura 4. Plantas baixas dos projetos de irrigação adotados no trabalho.....	25
Figura 5. Tela de apresentação do SIRRAD (ilustração superior) e dos aplicativos (ilustração inferior)	26
Figura 6. Tela inicial do SIRRAD (lado direito) e detalhe da célula que deve ser alterada para uso de Hazen-Williams (mudar de 75 para 1, ilustração da esquerda)	27
Figura 7. Dados gerados pelo IrrigaCAD para o dimensionamento hidráulico das tubulações laterais.....	29
Figura 8. Layout gerado pelo IrrigaCAD com detalhe ao comprimento das tubulações laterais não findaram no último emissor.....	30
Figura 9. Tela de dados do conjunto motobomba apresentada pelo IrrigaCAD, com detalhe ao campo destinado a inserção de perdas extras.....	32
Figura 10. Tela do SIRRAD para a tubulação de sucção, com destaque aos cálculos de perda de carga e NPSH disponível e estimativa da altura máxima de sucção.....	32
Figura 11. Tela do IrrigaCAD destinado a inserção de dados para ampliação da área irrigação (ponto de espera).	33
Figura 1B. Detalhamento do projeto 1 (layout gerado pelo IrrigaCAD)	41
Figura 2B. Detalhamento do projeto 2 (layout gerado pelo IrrigaCAD)	42
Figura 3B. Detalhamento do projeto 3 (layout gerado pelo IrrigaCAD)	43
Figura 4B. Detalhamento do projeto 4 (layout gerado pelo IrrigaCAD)	44
Figura 5B. Detalhamento do projeto 5 (layout gerado pelo IrrigaCAD)	45
Figura 1.1C. Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD)	46
Figura 1.2C. Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD)	47
Figura 1.3C. Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD)	48
Figura 1.4C. Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD)	49
Figura 1.5C. Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD)	50
Figura 1.6C. Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD)	51
Figura 2.1C. Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD)	52
Figura 2.2C. Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD)	53
Figura 2.3C. Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD)	54

Figura 2.4C. Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD)	55
Figura 2.5C. Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD)	56
Figura 2.6C. Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD)	57
Figura 2.7C. Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD)	58
Figura 3.1C. Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD)	59
Figura 3.2C. Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD)	60
Figura 3.3C. Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD)	61
Figura 3.4C. Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD)	62
Figura 3.5C. Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD)	63
Figura 4.1C. Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD)	64
Figura 4.2C. Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD)	65
Figura 4.3C. Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD)	66
Figura 4.4C. Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD)	67
Figura 4.5C. Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD)	68
Figura 4.6C. Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD)	69
Figura 4.7C. Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD)	70
Figura 4.8C. Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD)	71
Figura 5.1C. Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD)	72
Figura 5.2C. Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD)	73
Figura 5.3C. Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD)	74
Figura 5.4C. Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD)	75
Figura 5.5C. Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD)	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Vantagens e desvantagens da aspersão por irrigação.....	21
Tabela 2. Valores dos termos que compõe o fator de múltiplas saídas.....	28
Tabela 3. Perdas de carga total geradas em tubulações laterais por diferentes equações de perda de carga unitária e do fator de múltiplas saídas.....	30
Apêndice A.....	38
Tabela 1A – Resumo do dimensionamento hidráulico realizado a partir do SIRRAD e do IrrigaCAD.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- DINC - Distrito de Irrigação Nilo Coelho
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ANA - Agência Nacional de Águas
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- Q (L/h) - vazão unitária do emissor
- PS (mca) - pressão de serviço do emissor
- NE - número de emissores por tubulação lateral
- L (m) - comprimento da tubulação
- V (m/s) - Velocidade média do escoamento
- % Ps per. (%) - percentagem da pressão de serviço do emissor permitida para perda de carga na lateral
- C (adimensional) - coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams
- ΔZ (m) - desnível médio
- E emis. (m) - espaçamento entre emissores
- E 1º emis. (m) - espaçamento do primeiro emissor
- DI (mm) - diâmetro interno da tubulação lateral
- PN (mca) - classe de pressão
- ΔH (mca) - Perda de carga total
- H1, 2,... - pressão no início das tubulações correspondentes
- Q ent (L/h) - vazão necessária na entrada da tubulação
- E Lat. (m) - espaçamento entre tubulações laterais, em m
- E 1ª Lat. (m) - espaçamento da primeira tubulação lateral, em m
- Q ent (L/h) e Q2, 3...- vazão necessária na entrada da tubulação correspondente
- QT (L/h) - vazão total de projeto
- ΔZ (alt. Suc) (m) - altura de sucção
- V máx (m/s) - velocidade máxima permitida na tubulação
- H man. (mca) - altura manométrica; η (%) - rendimento do conjunto motobomba
- P cal. (cv) - Potência do conjunto motobomba calculado
- P comercial (cv) - potência comercial da bomba

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. Irrigação e recursos hídricos	15
2.2. Irrigação pressurizada.....	16
2.2.1. Irrigação localizada.....	17
2.2.1.1. Irrigação por gotejamento.....	18
2.2.1.2. Irrigação por microaspersão.....	19
2.2.2. Irrigação por aspersão.....	20
2.3. Softwares aplicados à irrigação.....	22
3. OBJETIVOS	24
3.1. Geral	24
3.2. Específicos	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1. Etapa 1.....	25
4.2. Etapa 2.....	26
4.3. Etapa 3.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÃO	34
7. REFERÊNCIAS	35
8. APÊNDICE A	38
9. APÊNDICE B	41
10. APÊNDICE C	46
11. APÊNDICE D	77

1. INTRODUÇÃO

No contexto econômico da agricultura irrigada, muitos aspectos positivos têm sido levantados. A agricultura irrigada gera empregos, alimentos, renda e outros elementos-chave para a melhoria das condições de vida da população em várias regiões onde se instala. Por outro lado, alguns aspectos negativos vêm sendo levados à tona pela crescente demanda por água da agricultura irrigada e por conta de aspectos climáticos desfavoráveis que vêm sendo registrados ao longo das últimas duas décadas.

A diminuição da quantidade de água contida nos reservatórios que servem de fonte para a irrigação, prejudica a fácil utilização destes recursos na agricultura. Como consequência, surge a necessidade de se adotar tecnologias de irrigação que apresentem máxima eficiência. Tais tecnologias devem ser absorvidas de imediato por produtores de todos os portes e devem ser adotadas em conjunto com práticas de manejo de água que também sejam poupadoras.

O vale do São Francisco é destaque no cenário agrícola brasileiro apresentando como principais atividades a produção de frutas, principalmente uva e manga (DINC, 2019).

O sucesso da agricultura contribuiu para um aumento significativo na população do município, que segundo o IBGE passou de 293.962 habitantes em 2010 para 331.951 habitantes em 2015.

Ao se trabalhar com irrigação, passa-se a atuar diretamente em outras áreas relacionadas à agronomia, como manejo de fruteiras e hortaliças, de pragas e doenças, solo e nutrição vegetal. Nesse contexto, a área de fruticultura irrigada representa desenvolvimento para uma região antes comprometida pela seca, apresentando altos índices de produtividade e qualidade após a chegada da irrigação. Desse modo, a possibilidade de se adequar as necessidades do mercado da fruticultura irrigada abre um leque de possibilidades técnico-profissionais para a formação de engenheiro agrônomo que pretende atuar na região.

Para a elaboração de projetos de irrigação, Azevedo (1997); Gomes (1999); Bernardo et al. (2006) e Mantovani et al (2007) parametrizam que os procedimentos a serem tomados começam com a investigação da quantidade e qualidade de água disponível, da cultura a ser explorada, do clima e do solo que receberá o cultivo, sequenciado da escolha do método e do sistema a ser empregado.

Uma vez selecionado o sistema de irrigação, o projetista se deparará com uma diversidade de situações possíveis para os equipamentos que comporão o sistema (quantidade de tubulações e de vários diâmetros, quantidade de emissores e peças especiais, etc.). Para a escolha de qual situação adotar, a repetição dos cálculos é inevitável e propícia a erros. Uma forma de melhorar o dimensionamento de sistema de irrigação é o uso de softwares.

Ressalta-se, contudo, que, quanto mais generalizados (abrangentes) forem os softwares mais dados são necessários podendo torná-los inapropriados para circunstâncias de pouca disponibilidade, tanto dos dados em si como de recursos para sua obtenção.

Na literatura muitos são os softwares existentes para o dimensionamento de sistemas de irrigação pressurizada, a citar o SIRRAD (SOUSA, 2009) e o IrrigaCAD da empresa Amanco (AMANCO, 2017).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Irrigação e recursos hídricos

Com o aumento da área irrigada, tem-se, conseqüentemente, um aumento da demanda de água de forma inadequada por partes dos produtores para suprir as necessidades da produção de alimentos, é o uso que mais consome água em várias regiões do país e esse consumo se torna cada vez mais escasso e do mundo (SOBER et al.; 2018).

Embora o Brasil seja o país com a maior disponibilidade de água doce do planeta, assim, também com maior área irrigada, ainda se utiliza apenas uma pequena parte do seu potencial para atividade (ANA, 2019). Devido sua distribuição regional ser muito desigual, nota-se o crescimento dos conflitos entre os diversos usuários dos recursos hídricos. A situação se intensifica em algumas estações do ano em regiões específicas, onde o conflito pelo uso da água, podem ser observados tanto para fins agrícolas, urbanos e industriais (GALLON et al., 2015)

Outro ponto crucial, devido ao cenário atual de demanda crescente de água, é a utilização de novas tecnologias, que venham a contribuir com o uso racional da água. Por se tratar, a irrigação, tal consumo deverá ser reduzido ao longo dos anos com a incorporação de tecnologias e processos mais eficientes de gestão do uso da água, capaz de proporcionar incrementos significativos na produção agrícola, a sua utilização correta deve ser um dos objetivos principais a ser perseguido. No entanto, Paz, et al. (2000), assegura que há muitos impedimentos para tecnologias em grande escala, visando estabelecer planejamentos de preservação desses recursos ou até mesmo evitar problemas.

Neste contexto, Marouelli & Sousa (2011) expõem que o uso de procedimentos poupadores de água promove ganhos significativos de produtividade, além de minimizar o desperdício de água e reduzir impactos ambientais, proporcionando maior sustentabilidade econômica ao produtor. Sabe-se que, na comunidade tecnológica, as melhores práticas de irrigação são aquelas que buscam o uso mais eficiente da água, com base no uso consuntivo das culturas com programação da irrigação, evitando a salinização e a erosão dos solos.

Para Bernardo *et al.*, (2013), a irrigação apresenta muitas vantagens produtivas, dentre elas a possibilidade de se plantar durante o ano todo, o que conseqüentemente, aumenta a produtividade, o uso de culturas mais rentáveis, a

geração de emprego, de renda e investimento reduzido quando comparado a outros setores. Corroborando os dados citados, Testezlaf *et al.*, (2002), também afirma que a irrigação é a técnica que visa garantir a produção agrícola, sendo um componente ponderador do desenvolvimento socioeconômico. No entanto, ela deve ser aplicada de forma eficiente e adequada sob o ponto de vista ambiental, a fim de não se tornar ocasionador de problemas oriundos da produção intensiva.

Dados publicados de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), no Brasil são irrigados 6,95 milhões de hectares, abrangendo todos os sistemas de irrigação, perfazendo cerca de 9% da área total usada no setor agrícola. Seu crescimento tem sido forte e persistente nas últimas décadas, intensificando-se ainda mais nos últimos anos.

A agricultura irrigada é bastante dinâmica e diversificada. Para Mantovani (2008), uma visão mais atual no âmbito do agronegócio, a irrigação é uma estratégia para aumento da rentabilidade da propriedade agrícola pelo aumento da produtividade, de forma sustentável e com maior geração de emprego e renda, dando ênfase para as cadeias produtivas. Porém a irrigação ainda é pequena frente ao potencial estimado do País. O governo brasileiro admite que um dos maiores problemas do crescimento da área irrigada no Brasil é a falta de orientação e assistência técnica para elaboração e aprovação de projetos. Muitos avanços ainda são necessários para melhor caracterização e monitoramento das atividades.

2.2 Irrigação pressurizada

O sistema de irrigação pressurizada, na qual a água é conduzida sob pressão para a área irrigada, pode ser dividida em dois métodos principais, irrigação por aspersão onde a água é aplicada na forma de chuva e molha a área total locada e a irrigação localizada no qual, água é aplicada em uma porção restrita da área útil da planta ou emissores (BERNARDO *et al.*, 2006; MANTOVANI *et al.*, 2009).

Para esse tipo de sistema de irrigação, a água é conduzida desde a fonte de abastecimento até a área cultivada impulsionada por uma estação de bombeamento (ou por efeito da gravidade), através de tubulações ou condutos forçados e é distribuída as plantas mediante dispositivos especiais. (GOMES, 2013).

Tais sistemas se adequam melhor (que os sistemas superficiais) aos diversos tipos de solo, cultura, clima e topografia do terreno, além de propiciar redução de mão de obra. Como consequência desses aspectos, os sistemas de irrigação

pressurizados estão se impondo no mundo, principalmente nas regiões onde se requer maior produtividade agrícola e onde o custo laboral é fator limitante (GOMES, 2013)

2.2.1 Irrigação localizada

Os sistemas de irrigação localizada tornaram-se uma tecnologia que vem sendo adotada recentemente nos grandes cenários agrícolas brasileiros, devido permitir um melhor aproveitamento da água, com aplicações voltadas principalmente para a fruticultura, horticultura e fertirrigação (BRAGA *et al.*, 2010). A aplicação de água no método de irrigação localizada permite molhar a área de solo de maneira assídua, na qual se encontra o sistema radicular da planta tornando esse método bastante eficiente, molhando-se apenas uma porcentagem do solo, as perdas de água por evaporação e percolação são reduzidas, como também a lixiviação dos nutrientes o que possibilita ao produtor alcançar uma ótima utilização dos seus recursos hídricos (MAIA *et al.*; 2010). Outro aspecto importante é que a água não irá cobrir totalmente o solo, mas apenas parte dele, se comparado com outros métodos de irrigação.

Sendo assim, esse sistema de irrigação requer conhecimento do volume de solo molhado para evitar a sobreposição excessiva que pode diminuir a eficiência na aplicação de água e fertilizantes, principalmente em solos de textura arenosa que apresentam maior infiltração. Comprova assim os dados de Testezlaf, (2017) que mostra que esse método de irrigação é eficiente com pequeno volume de água e alta frequência aplicação em apenas uma fração de superfície do solo molhado.

Dentre os fatores que influenciam a aplicação do sistema localizada Bicaró, (2014) avaliou meios de tubulações onde a água é conduzida sob baixa pressão, sendo fornecida para a região do solo próxima a raiz da planta por meio de emissores que variam conforme o sistema utilizado. A umidade do solo é mantida próxima à capacidade de campo, caracterizando assim uma irrigação de alta frequência.

Para preservar o alto rendimento das culturas, evitando as dificuldades na uniformidade de aplicação da água, é imprescindível analisar constantemente o sistema de irrigação. Isso só é plausível a partir da associação das medidas de uniformidade e conceitos de eficiência (VALNIR JUNIOR *et al.*, 2013).

Souza *et al.* (2005) assegura que uma manutenção inapropriada do sistema de irrigação pode gerar um decréscimo na uniformidade de aplicação gerando uma perda de aproximadamente 60% da uniformidade. Os sistemas de irrigação localizada,

quando corretamente projetados e bem manejados apresentam vantagens sobre outros sistemas de irrigação. Na implantação do sistema de irrigação localizada os grandes investimentos requeridos poderão, entretanto, não ser compensados se não forem utilizadas técnicas adequadas de manejo de irrigação que visem à racionalização do uso da água e o aumento da produtividade (COELHO et al., 1999).

2.2.1.1 Irrigação por gotejamento

Nos últimos anos a irrigação por gotejamento tem ganhado espaço em áreas específicas na agricultura brasileira, pela sua praticidade e baixo custo de implantação. Esse sistema tem grande eficiência no uso da água, permitindo o melhor controle da lâmina d'água aplicada e diminui as perdas por evaporação, e escoamento superficial.

Além disso tem maior eficiência e manejo do uso da água a ser fornecida à planta, melhor controle sanitário, possibilidade de funcionamento em tempo integral, menor desenvolvimento de ervas daninhas entre as linhas de plantio (SOUSA et al., 2014). Obtendo assim maior produtividade com irrigação por gotejamento em culturas que respondem a maiores níveis de umidade no solo; empregado, ainda, para culturas de alto valor econômico, pomares, cafezais e hortaliças, entre outras. Adaptando-se a diferentes tipos de solos e topografia, proposto para regiões onde ocorrem períodos prolongados de seca (ESTEVES *et al*; 2012). Também respalda o método de irrigação localizada por gotejamento menor consumo de água tem sido levado em conta principalmente em regiões onde a escassez de água é limitante (GALLON, 2015).

Esta aplicação se torna mais eficiente diminuindo o consumo de água, pois a mesma é lançada ao solo diretamente no sistema radicular das plantas, por meio de um emissor pontual ou linha de gotejadores, irrigando o volume de solo efetivamente explorado pelo sistema radicular da planta (EMBRAPA, 2014). Além de determinar uma distribuição de água no solo, abaixo do ponto de aplicação, na forma de um bulbo molhado onde somente uma pequena área umedecida fica exposta na superfície do solo isto a depende do tipo de solo que será irrigado, da topografia e da cultura e a fase fenológica em curso.

Contudo, solos arenosos, ou terrenos declivosos, ou culturas com raízes superficiais e instaladas em pequenos espaçamentos (como hortaliças), a seleção converge a um gotejador com baixa vazão, instalando-os em menores espaçamentos. (TESTEZLAF, 2017). Sendo composto geralmente pelas seguintes partes:

bombeamento, tubulações e acessórios, cabeçal de controle e os gotejadores ou linhas de gotejamento de distribuição (TESTEZLAF, 2017). Os custos da estrutura dos recursos na aplicação desse sistema são aspectos que devem ser planejados e programados no momento da decisão da implantação. Os valores altos deste sistema fazem com que seja utilizado em culturas com maior valor econômico (GALLON, et al.;2015)

2.2.1.2. Irrigação por microaspersão

O sistema de irrigação por microaspersão é designado pela aplicação de emissores que lançam gotículas de água e, se necessário, de produtos químicos propiciando uma precipitação, mais suave e uniforme que a aspersão, no solo em parte do sistema radicular das plantas. Por ser um método localizado, possui vantagens com alta eficiência, aplicabilidade diversas culturas solos e condições topográficas (SOBER et al., 2017).

A microaspersão apresenta todas as vantagens atribuídas aos sistemas de irrigação por gotejamento, acrescentando a facilidade de visualização de distribuição d'água na superfície do solo, além de oferecer menores riscos de entupimento, pois apresentam emissores com maior diâmetro de saída de água (a filtração exigida é mínima e requer manutenção menor que o sistema por gotejamento). Em contrapartida, pode favorecer o aparecimento de doenças devido ao fato de permitir o molhamento parcial da parte aérea da planta, (caule, por exemplo) (TESTEZLAF, 2017). Além disso, o mesmo autor observa que este tipo de sistema pode apresentar perdas de água pela deriva por ventos fortes, assim como, perdas por evaporação em locais de baixa umidade e altas temperaturas.

Com relação a disposição no campo, Coelho, et al (2014) comenta que podem ser colocados um microaspersor por planta, como é o caso de fruteiras de maior espaçamento, como mangueira, cajueiro e goiabeira, ou podem ser colocados um para duas plantas ou um para quatro plantas, como é o caso da bananeira e do mamoeiro. Se for colocar um microaspersor para quatro plantas, os autores recomendam adquirir microaspersores de vazão acima de 50 litros por hora, para que a água atinja as raízes das mesmas.

2.2.2 Irrigação por aspersão

Neste sistema, a aplicação da água é distribuída na forma de gotas sobre a cultura e a superfície do solo (em toda a área útil do emissor), obtida pela passagem da água pressurizada através de pequenas aberturas existentes em dispositivos mecânicos, imitando o efeito da chuva. (BISCARO, 2009).

Segundo Albuquerque e Durães (2008) a escolha deste método se dá pela avaliação do tipo de cultura a explorar, rotação de culturas, topografia, vazão do sistema, intensidade dos ventos, disponibilidade e emprego de mão de obra especializada, dificuldade de assistência técnica, potencial para automação e capacidade de investimento.

Esse método de irrigação se adapta com facilidade a qualquer tipo de solo no que diz respeito à textura e estrutura, pois, os solos que apresentam alta velocidade de infiltração permitem a utilização de aspersores com maior intensidade de aplicação. A técnica também pode ser utilizada em terrenos planos, de encosta ou de terraços. Mas, as áreas com declividades acentuadas dificultam o uso desse tipo de irrigação. O vento, a umidade relativa do ar e a temperatura exercem grande influência na distribuição de água (ROTONDANO & MELO, 2005)

Como desvantagens da aspersão pode-se elencar, elevado custo inicial, susceptibilidade à interferência de aplicação devido ao vento, elevadas perdas por evaporação da água diretamente do jato fracionado e a exigência de um sistema de moto bomba com elevada potência, dependendo da área a ser irrigada (Marouelli, et al; 2014). Também ocorre que, como os sistemas de aspersão molham uma considerável área do terreno, há o favorecimento da proliferação de ervas daninhas e, devido à força do impacto da gota sobre a superfície solo, o mesmo pode apresentar selamento superficial. De forma resumida as vantagens e desvantagens desse método estão apresentadas na Tabela 1.

O esguicho de água é formado pela pressão gerada na tubulação. A Figura 1 apresenta um exemplo do método de irrigação por aspersão.

No sistema portátil existe a possibilidade da movimentação do equipamento para locais diferentes, dependendo da demanda da cultura plantada. É um sistema empregado quando não há equipamentos suficientes para abranger toda a área irrigada. Esse sistema é dividido em totalmente portátil (Figura 2), onde todo o sistema pode ser removido para outra área, e em semiportátil, técnica em que uma linha principal da tubulação está enterrada ou fixa (MAROUELLI, et al 2014).

Tabela 1- Vantagens e desvantagens da aspersão por irrigação.

Vantagens	Desvantagens
Ausência de exigência na sistematização do terreno.	Elevado custo inicial.
Boa uniformidade na distribuição de água no solo.	Exigência de um sistema com motobomba de elevada potência, dependendo da área a ser irrigada.
	Favorecimento da proliferação de ervas daninha.

Fonte: Biscaro (2009).



Figura 1 - Irrigação por aspersão em hortaliças (SOUZA & CRUZ, 2013).

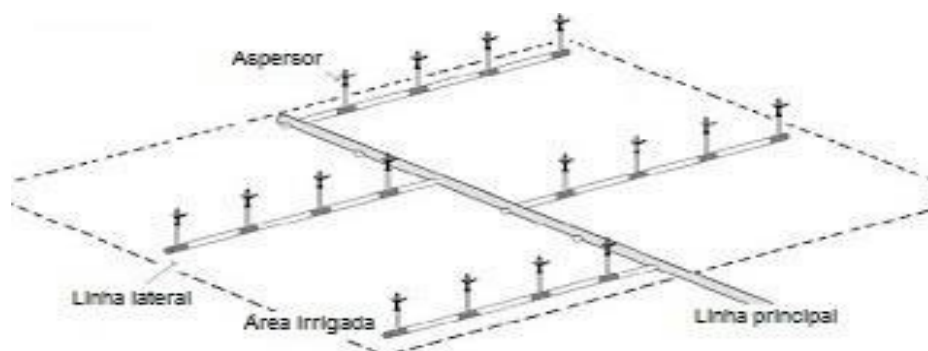


Figura 2 - Sistema portátil de irrigação (BISCARO, 2009).

O sistema permanente (Figura 3) segue outra concepção, as tubulações são enterradas com o intuito de abranger toda a área irrigada. O método é dividido em sistema totalmente fixo e sistema parcialmente permanente, sendo a diferença entre

estes, canalizações não-portáteis e portáteis, respectivamente. Esse sistema é uma técnica onde há uma necessidade menor de mão de obra em relação ao sistema portátil, mas que perde na economia de água, pois mesmo que exista uma precisão de irrigação de pequenas áreas, uma grande quantidade de água será demandada (TAVARES, 2007).

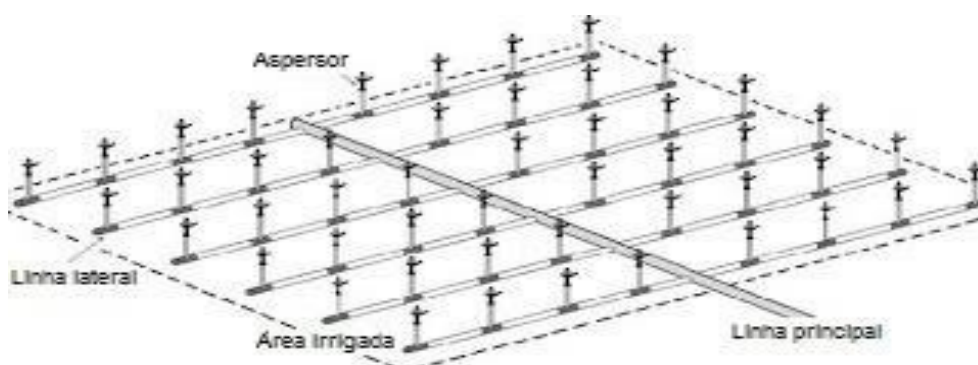


Figura 3 - Sistema permanente de irrigação (BISCARO, 2009).

A escolha do aspersor é baseada na lâmina de água fornecida, a qual é função da pressão de serviço e diâmetro do bocal. Quando trabalham em pressões acima da especificação, acarretam pulverização excessiva da água, produzindo gotas de tamanho menores que ($< 1 \text{ mm}$) com excesso de precipitação próximo ao aspersor, há perda no alcance do jato. Por outro lado, quando a pressão está abaixo dos limites recomendados ocorrerá maior precipitação na extremidade da área molhada, prejudicando a uniformidade de aplicação e produzindo gotas de tamanho maior (PIRES et al., 1999).

2.3 Softwares aplicados à irrigação

Atualmente, com a escassez de chuvas, nas áreas das regiões na qual a chuva é escassa ou insuficiente para o bom desenvolvimento da cultura tornou-se imprescindível um maior controle no manejo da irrigação auxiliando os agricultores em muitas técnicas e ferramentas que podem ajudar nesse aspecto e o Software de manejo e projeto de irrigação é uma dessas ferramentas (FERREIRA, 2011).

Alguns softwares apresentam auxílio nas previsões da quantidade de regas necessárias nas plantações (gerando economia de água), monitoramento racional do consumo de água emissão de relatórios precisos com gráficos mostrando o consumo

hídrico por períodos específicos do ciclo, épocas do ano e das condições climáticas (OLIVEIRA, 2017).

O software também pode auxiliar o usuário no computo de dados do tanque classe “A”, o tipo de solo e as estações meteorológicas, para o acompanhamento do manejo de irrigação. Oliveira (2017), ressalva que um sistema controlado e bem planejado com o auxílio da tecnologia permite aumento da produtividade e da qualidade dos produtos, gerando maior renda para o agropecuarista que precisa aumentar a eficiência do uso da água em sua plantação.

Irrigação moderna possui variados tipos de automação acessíveis aos grandes e pequenos produtores rurais, estes últimos estão tendo cada vez mais acesso a informática e outras tecnologias, devido, sobretudo ao aumento dos índices de escolarização e facilidade de acesso à internet (TAVARES,2017).

Outra vantagem do software é a funcionalidade e praticidade, além da segurança das informações que são (ou podem ser) salvas em um banco de dados de fácil pesquisa e acesso. Por meio dele, o agricultor pode conduzir melhor a irrigação de sua cultura, controlando os sistemas de irrigação na visualização de mapas de sua propriedade (OLIVEIRA, 2017).

Processos de simplificação de metodologias para o manejo de irrigação têm sido adotados por pequenos agricultores visando economia, simplicidade e rapidez na leitura de variáveis do solo. Ha vários exemplos de sistemas bem acompanhados e com excelentes resultados, provenientes de auxílio eletrônico das tarefas executadas (GALVÃO, 2011).

É necessário investir mais esforços para levar mais tecnologia e qualidade de vida para o campo, valorizando a nobre atividade de produzir alimentos, contribuindo para sua permanência no campo, gerando mais eficiência e qualidade.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar projetos de irrigação pressurizada utilizando softwares livres.

3.2 Objetivos específicos

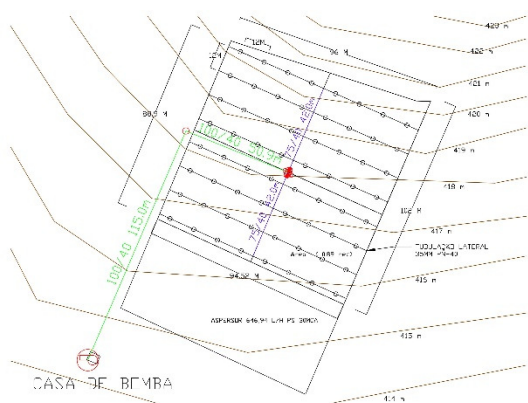
- ✓ Reunir plantas baixas e projetos de engenharia de sistemas de irrigação pressurizada de empresas especializadas;
- ✓ Redimensionar projetos utilizando os softwares IrrigaCAD e SIRRAD;
- ✓ Coletar dados técnicos de projetos instalados e compará-los com os resultados gerados pelos softwares;
- ✓ Elaborar manual prático para dimensionamento de projetos de irrigação utilizando os softwares IrrigaCAD e SIRRAD.

4. MATERIAL E MÉTODOS

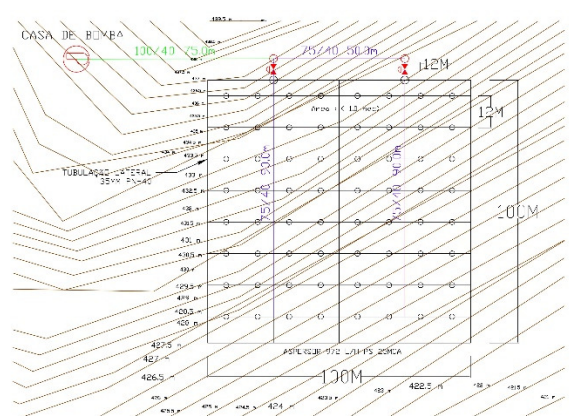
O projeto foi desenvolvido em três etapas: 1 - reunião de plantas baixas e projetos de engenharia de projetos de irrigação, 2 - dimensionamento hidráulico dos projetos e 3 - elaboração de tutorial para uso do IrrigaCAD. Não foi feito tutorial para o SIRRAD por ele já existir no trabalho de Sousa 2009.

4.1. Etapa 1

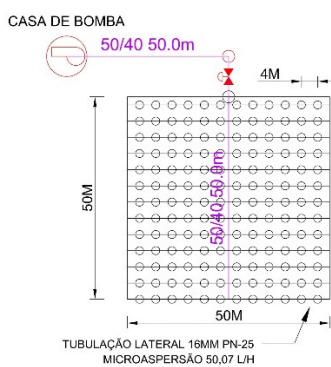
Nesta etapa foram coletadas plantas baixas e projetos de irrigação por aspersão convencional, gotejamento e microaspersão (Figura 4). As plantas em melhor resolução e detalhamento encontram-se ilustradas no Apêndice B.



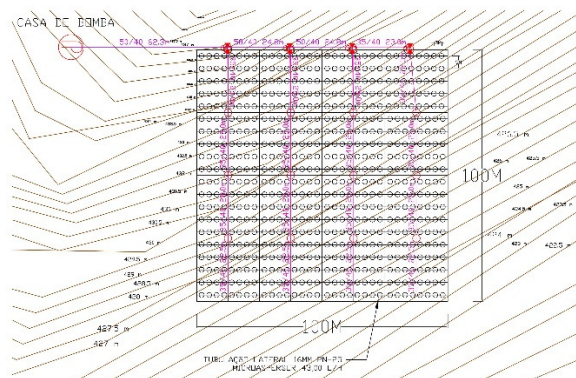
Projeto 1



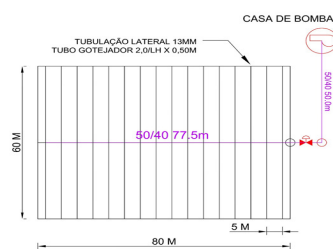
Projeto 2



Projeto 3



Projeto 4



Projeto 5

Figura 4 – Plantas baixas dos projetos de irrigação adotados no trabalho.

4.2. Etapa 2

Para cada projeto foi realizado o dimensionamento hidráulico por meio dos softwares SIRRAD e IrrigaCAD.

Para o SIRRAD foi usado apenas o aplicativo “comprimento máximo de tubulações” (Figura 5).

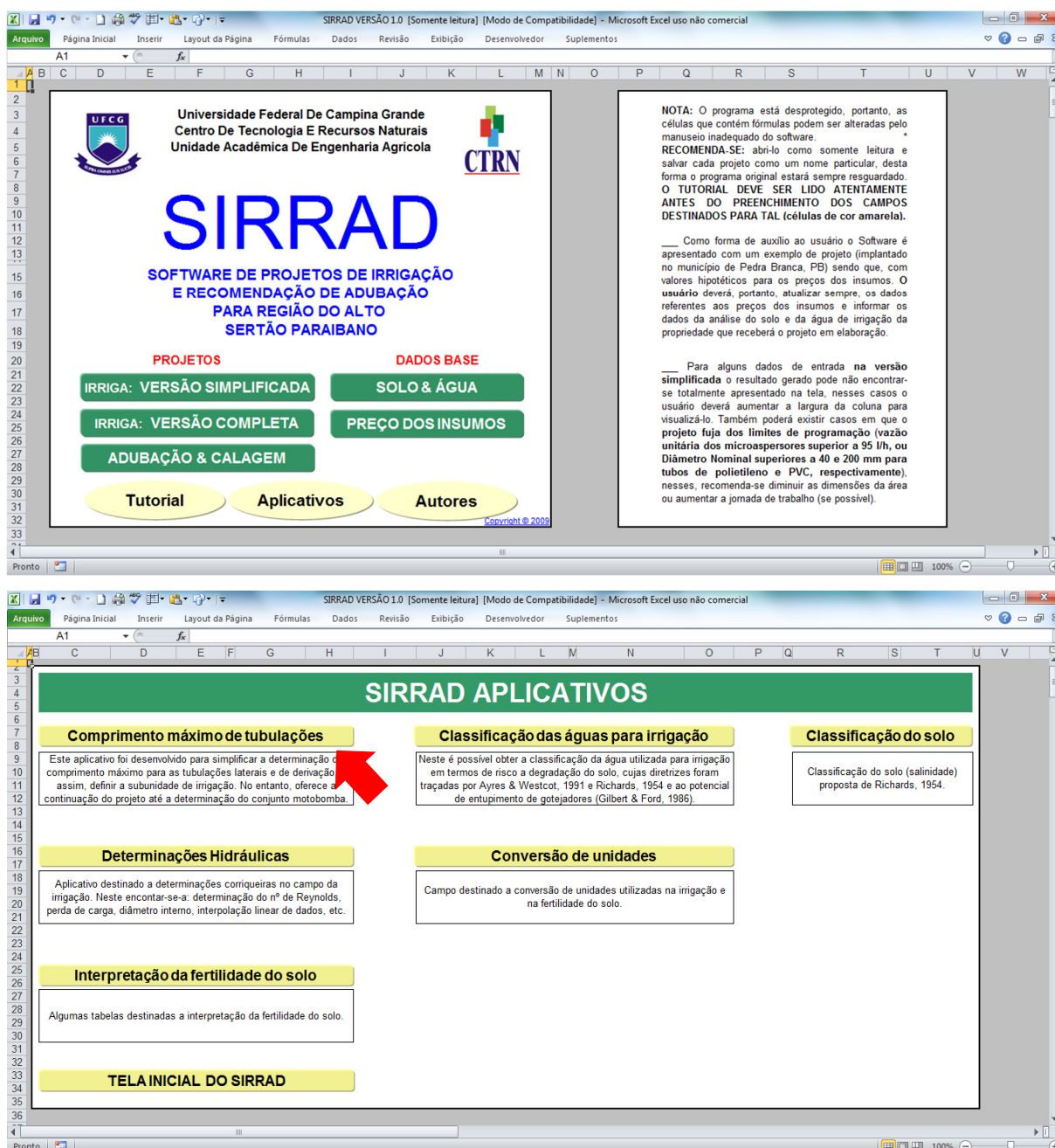


Figura 5 – Tela de apresentação do SIRRAD (ilustração superior) e dos aplicativos (ilustração inferior) com destaque ao ícone “Comprimento máximo de tubulações”.

Os resultados gerados foram comparados com cálculos manuais (a partir de planilha eletrônica) realizados de acordo com as metodologias de Vermeiren e Jobling (1997), Gomes (1999), Bernardo et al. (2006), Mantovani et al. (2009), Sousa e Dantas Neto (2012) e Sousa (2018).

4.3. Etapa 3

Todos os procedimentos utilizados nas etapas anteriores foram compilados num roteiro prático, tutorial, para dimensionamento hidráulico usando o software IrrigaCAD. O tutorial encontra-se no Apêndice D.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dimensionamentos hidráulicos realizados a partir do IrrigaCAD e do SIRRAD geraram resultados semelhantes (Tabela 1A do apêndice), sendo que no IrrigaCAD é adotada a equação de Flamant para cálculo da perda de carga nas tubulações laterais e Hazen-Williams nas demais. Já no SIRRAD é adotado Hazen-Williams e Scobey como equações de perda de carga nas tubulações laterais e de derivação. Nas demais tubulações o SIRRAD adota Hazen-Williams. Outra diferença entre os programas está no cálculo do fator de múltipla saída (F), que no IrrigaCAD é definido pela equação, $F = \frac{1}{m+1}$, e no SIRRAD pela equação de Scaloppi (1988) como $F = \frac{N(\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2})^{x-1}}{N+x-1}$, onde m – expoente do termo vazão ou velocidade, da equação de perda de carga utilizada, N – número de emissores e x = E1E/EE (espaçamento do 1º emissor pelo espaçamento entre emissores).

Para o caso do F, nota-se que para tubulações com mais de 20 emissores os erros gerados com a aproximação feita pela equação adotada no IrrigaCAD são menores que 7% (Tabela 2). E para as perdas de cargas o emprego de Flamant tem vantagens em comparação a de Scobey, como demonstra Sousa (2018) ao recomendar Flamant e Hazen-Williams para projetos de irrigação. O autor identificou ainda que a equação de Scobey foi à de menor precisão para os cenários testados por ele. Assim, para o caso do projeto ser feito no SIRRAD recomenda-se inibir o emprego de Scobey, bastando para tanto, alterar o valor da célula que defini o emprego das equações, diâmetro mínimo para uso de Hazen-Williams (Figura 6).

Tabela 2 – Valores dos termos que compõe o fator de múltiplas saídas (F) em função do número de derivações na tubulação (N) e respectivos erros associados à utilização do primeiro termos apenas [$F = 1/(m+1)$].

N	3	9	12	15	20	50	100	500	1.000
m	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
(A) $1/(m+1)$	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364	0,364
(B) $1/2N$	0,167	0,056	0,042	0,033	0,025	0,010	0,005	0,001	0,001
(C) $\sqrt{(m-1)}/6N^2$	0,016	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
F = (A)+(B)+(C)	0,547	0,421	0,407	0,398	0,389	0,374	0,369	0,365	0,365
E = $100* F-(A) /F$	33,46%	13,62%	10,50%	8,54%	6,52%	2,69%	1,36%	0,27%	0,14%

Onde: m – expoente do termo vazão ou velocidade da equação de perda de carga utilizada (no caso 1,75 para Flamant); $F = 1/m+1 + 1/2N + \sqrt{(m-1)}/6N^2$; E – Erro percentual para $F = 1/(m+1)$.

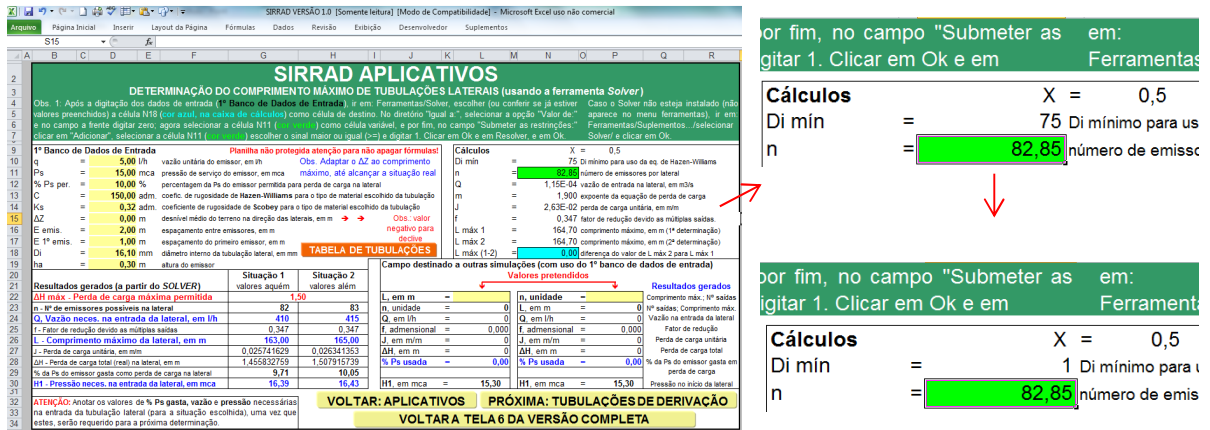


Figura 6 – Tela inicial do SIRRAD (lado direito) e detalhe da célula que deve ser alterada para uso de Hazen-Williams (mudar de 75 para 1, ilustrações da esquerda).

Os resultados de perda de carga gerados pelo IrrigaCAD, para as tubulações laterais, foram superiores aos do SIRRAD em todos os projetos (Tabela 1A do Apêndice). Notou-se, porém, que nenhuma equação de perda de carga usual em projetos de irrigação (Flamant, Hazen-Williams e Darcy-Weisbach) associadas às duas equações de fator de múltiplas saídas (apresentadas no primeiro parágrafo deste item), geraram os valores apresentados pelo IrrigaCAD. A exemplo, na Figura 7 encontra-se ilustrada uma das telas de saída do IrrigaCAD para o projeto 3 (Figura 4) onde observa-se que a perda de carga gerada pelo programa foi de 0,24 mca para a linha 1-E (primeira linha do lado esquerdo da área), e que para as equações de Flamant, Hazen-Williams e Darcy-Weisbach, que geraram valores muito próximos entre si (Tabela 3), divergiram em mais de 50% para o valor do IrrigaCAD.

Linhas Laterais						
Linha	Emissores	Comp. (m)	Vazão (L/h)	Hf (mca)	Pressão I (mca)	Pressão F (mca)
1-E	6	22.10	300.43	0.24	14.31	14.06
1-D	6	22.10	300.43	0.24	14.31	14.06
2-E	6	22.10	300.43	0.24	14.19	13.94
2-D	6	22.10	300.43	0.24	14.19	13.94
3-E	6	22.10	300.43	0.24	14.09	13.84
3-D	6	22.10	300.43	0.24	14.09	13.84
4-E	6	22.10	300.43	0.24	14.00	13.76
4-D	6	22.10	300.43	0.24	14.00	13.76
5-E	6	22.10	300.43	0.24	13.93	13.69

Figura 7 – Dados gerados pelo IrrigaCAD para o dimensionamento hidráulico das tubulações laterais.

Tabela 3 – Perdas de carga total geradas em tubulações laterais por diferentes equações de perda de carga unitária e do fator de múltiplas saídas.

Equação de perda de carga	Perda de carga total em mca para F igual a:	
	$F = \frac{1}{m+1}$	$F = \frac{N(\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}) + x - 1}{N + x - 1}$
Flamant (m = 1,75)	0,15	0,16
Hazen-Williams (m = 1,852)	0,13	0,15
Darcy-Weisbach (m = 2)	0,14	0,15

Observações: o diâmetro da tubulação foi 16,10 mm, N = 6 emissores; x = E1E/EE; E1E = 2,00 m e EE = 4,00 m, respectivamente ao espaçamento do primeiro e dos demais emissores.

Analisaram-se, além da situação apresentada na Tabela 3, as perdas de carga localizadas que pudessem ter sido adicionadas nos cálculos de perda de carga do IrrigaCAD, para as tubulações laterais, que gerassem os acréscimos verificados. Nas análises foram usados o método “geral das perdas de carga localizadas” e o método dos comprimentos equivalentes, porém, nenhum deles resultou em perdas de carga compatíveis aos acréscimos em discussão. Assim, desconhece-se o motivo do software IrrigaCAD gerar perdas de cargas totais, nas tubulações laterais, acima dos valores obtidos pelo SIRRAD (0,15 mca, Tabela 1A do Apêndice, para o caso da Figura 7) e pelas equações da Tabela 3.

Observaram-se também variações nos comprimentos das tubulações laterais entre os softwares (Tabela 1A). Os comprimentos das tubulações laterais no IrrigaCAD não findam no último emissor e sim no limite da subunidade (Figura 8). Este fato também injeta erros no cálculo das perdas de carga totais.

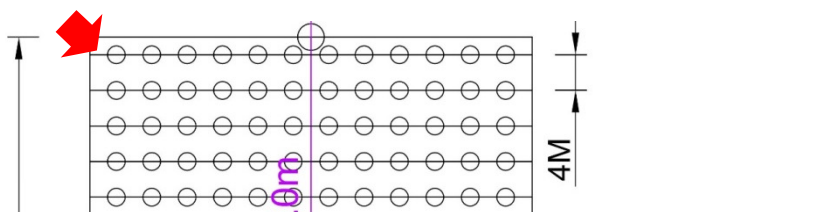


Figura 8 – Layout gerado pelo IrrigaCAD com detalhe ao comprimento das tubulações laterais não findarem no último emissor.

Para contornar tal situação, o procedimento cabível é ajuste do tamanho da subunidade com o comprimento real das tubulações laterais. O único prejuízo com esta ação é que no layout gerado os últimos emissores fiquem sobrepostos ao contorno da subunidade (portanto, prejuízo estético não hidráulico).

Outra diferença significativa entre os softwares foi observada na tubulação secundária 1 do projeto 4 (Tabela 1A), onde a variação na perda de carga foi de quase 50%. O ocorrido foi que no projeto com o SIRRAD os comprimentos dos trechos da tubulação são simétricos e no IrrigaCAD não. Assim como o primeiro trecho da tubulação é menor que os demais (Figura 4C do apêndice) o cálculo feito no SIRRAD gera valor superestimado.

A forma correta de usar o SIRRAD em tal situação é dimensionar trecho a trecho considerando vazão e comprimento de cada segmento. No final o somatório das perdas de carga de cada trecho corresponderá a perda de carga total na tubulação. Neste caso os valores dos softwares seriam equivalentes. Esta é uma das vantagens do IrrigaCAD, os cálculos trecho a trecho são usados em todas as tubulações com exceção das laterais.

As diferenças observadas entre os programas para as pressões necessárias na entrada das tubulações laterais e de derivação, ocorrem por conta da adoção das fórmulas $H = P_s + 0,75\Delta h + \Delta Z/2 + h_a$, no SIRRAD e $H = P_s + \Delta h + \Delta Z$, no IrrigaCAD (onde H – pressão na entrada da tubulação; P_s - pressão de serviço do emissor; Δh – perda de carga na tubulação; ΔZ – desnível predominante na extensão da tubulação; h_a – altura do emissor). Ou seja, no SIRRAD é adotado o método de dimensionamento que garante pressão de serviço no emissor central (GOMES, 1999; BERNARDO et al., 2006) e no IrrigaCAD, no emissor final. O que afeta as pressões de entrada e saída das tubulações seguintes.

Quando as declividades são acentuadas o processo de interpolação do IrrigaCAD gera desníveis mais precisos do que a observação visual das curvas de nível, e assim também motiva diferenças nas pressões de entrada das tubulações entre os softwares.

Outra particularidade entre os softwares é que no IrrigaCAD não são executados cálculos de perda de carga de sucção, existe, contudo, campos destinados a inserção de perdas de carga extras (Figura 9), assim o usuário pode adicionar valores que compensem tais perdas. Já no SIRRAD os cálculos da tubulação de sucção são executados na íntegra (Figura 10). Como as perdas de carga na sucção são comumente pequenas em relação às ocorridas nas demais partes do projeto, a influência desta falta no IrrigaCAD não compromete a definição da altura manométrica do projeto, mesmo que o usuário não adicione perdas extras. No

SIRRAD é estimada a altura máxima de sucção e o NPSH disponível. Tais informações ajudam na escolha e instalação da motobomba.

Figura 9 – Tela de dados do conjunto motobomba apresentada pelo IrrigaCAD, com detalhe ao compo destinado a inserção de perdas extras.

Figura 10 – Tela do SIRRAD para a tubulação de sucção, com destaque aos cálculos de perda de carga e NPSH disponível e estimativa da altura máxima de sucção.

De modo geral o IrrigaCAD, que é um programa integrado ao AutoCAD, agiliza a construção do layout definitivo da área e permite o detalhamento e cadastro de emissores novos. Possibilita ainda o dimensionamento de projetos de irrigação por aspersão, microaspersão e gotejamento. Reconhece as curvas de nível exportado do

Google Earth e usa métodos de interpolação que geram condição de desnível muito próximas do real. Também dispõem de uma ferramenta atrelada ao programa que é o de ponto de espera (Figura 11) que auxilia nos cálculos de adutoras ou possíveis ampliações de área, em determinado ponto escolhe a vazão e pressão desejada. O programa é de simples manuseio e dispõem de tutorial, com algum treinamento é possível usá-lo adequado e satisfatoriamente.



Figura 11 – Tela do IrrigaCAD destinado a inserção de dados para ampliação da área irrigação (ponto de espera).

O SIRRAD por sua vez, é um programa computacional desenvolvido em planilhas eletrônicas (do Excel) de uso livre e contém telas que permitem o usuário projetar sistemas de irrigação por aspersão, microaspersão e gotejamento. As telas são autoexplicativas (além de tutorial) e o usuário pode realizar cálculos em partes específicas do projeto. Não há a necessidade de projetar o sistema inteiro se a demanda for uma tubulação de uma parte específica. Os cálculos seguem as metodologias tradicionais de projeto de irrigação, não calcula perda de carga localizada. Caso o usuário queira adota-las terá de adiciona-las no valor da altura manométrica. Apontam-se dificuldades no caso de sistemas de gotejamento para fileiras duplas, por não existir no programa campos para inserção dos dados de espaçamentos diferentes para uma mesma tubulação. Por fim, como apenas a parte de aplicativos do programa foi usado neste trabalho, não se pode tecer maiores comentários a respeito das suas funcionalidades do programa.

6. CONCLUSÃO

Os programas geram valores similares no dimensionamento hidráulico de projetos de irrigação.

As principais diferenças observadas foram devidas as equações adotadas nos programas.

O IrrigaCAD gera, além dos cálculos hidráulicos, os layouts dos projetos.

O SIRRAD apresenta telas autoexplicativas com elevado potencial acadêmico.

7. REFERÊNCIAS

AMANCO. Disponível em: <<http://amanco.com.br>> acesso em 19 de dez. 2018.

AZEVEDO, H. M. **Projeto de Irrigação**. Campina Grande, PB, PAPE/REECCT/UFPB, 1997, 167p.

ATLAS IRRIGAÇÃO Uso da Água na Agricultura Irrigada., 2017. Disponível em: <<http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>>. Acesso em: 20, março de 2019.

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**/ editores técnicos, Paulo Emílio Pereira de Albuquerque, Frederico Ozanan Machado Durães, 2a ed. - Brasília, DF: Embrapa, 2013. E-book, no formato ePub, convertido do livro impresso.

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 528 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.

BISCARO, G. A. **Sistemas de irrigação por aspersão**. Mato Grosso do Sul: Editora da UFGD, 2009. 134 p.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, M. A; Sizernando Luiz de . Agricultura Irrigada: **eficiência de irrigação e de uso de água**. *Bahia Agrícola*, Salvador, v. 7, n.1, p. 57-60, 2005.

COELHO, E;F.Sistemas e **manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar Cruz das Almas**, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014. 45 p.

COELHO, E.F; O.R,D. Root distribution and water uptake patterns of corn under surface and subsurface drip irrigation. *Plant and soil*, v.206, p.123-136, 1999.

ESTEVES, Bárbara dos Santos, **Irrigação por gotejamento**; colaboração de Dione Galvão da Silva... [et al.]. -- Niterói: Programa Rio Rural, 2012. 18 p.

FERREIRA, V. M. **Irrigação e drenagem**. Rio Grande do Norte: Floriano, 2011. Disponível em:<http://200.17.98.44/pronatec/wp-content/uploads/2013/06/Irrigacao_e_Drenagem.pdf>. Acesso em: 08. mai. 2019.

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. 3. Ed. Campina Grande: Ed. UFPB, 1999. 412 p.

Gallon, F. J; Gallon, I; Baseggio, N; Oliveira, F.G; Menegotto, L. A. **Irrigação por Gotejamento Uso da Água com Tecnologia para a Produção**. I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO EM CADEIAS PRODUTIVAS DO AGRONEGÓCIO. CAPES. 28 AGOSTO, 2015.

Guimarães, V.G, (2011). **Automação e monitoramento remoto de sistema de**

irrigação na agricultura. Trabalho de Graduação em Engenharia de Controle e Automação, Publicação FT.TG-no, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 123p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos.** 3. Ed., atualizada e ampliada, Viçosa: Ed. UFV, 2009. 355p.

Marouelli, W. A.; Sousa, V. F. **Irrigação e fertirrigação.** In: Sousa, V. F.; Marouelli, W. A.; Coelho, E. F.; Pinto, J. M.; Coelho Filho, M. A. (Ed.). Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p.137-156.

MANTOVANI, EC; BERNARDO, S; PALARETTI, LF 2007. **Irrigação: princípios e métodos.** Ed. UFV: Viçosa.

MARQUELLI, Waldir Aparecido. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo** / Waldir Aparecido Marouelli, Washington Luiz de Carvalho e Silva, Henoque Ribeiro da Silva. – 3a ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2012. E-book: no formato ePub, convertido do livro impresso.

MARQUELLI; Waldir A.; Washington L.C. Silva; **Irrigação na cultura do pimentão**, 1a ed. Mar. 2012. Circular Técnica 101. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF. Seleção de sistemas de Irrigação para hortaliças, 1a ed. Dez. 2011. Circular Técnica 98. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos.** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.

MAIA, C. E; LEVIEN, S. L. A.; MEDEIROS, J. F.; NETO, J. D. **Dimensões de bulbo molhado na irrigação por gotejamento superficial.** *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 1, p.149-158, jan-mar, Centro de Ciências Agrárias, UFC, Fortaleza, CE, 2010.

PAZ, V;P;S. FRANCO, R;E;F. MENDONÇA, F; C. **Recursos Hídricos, Agricultura Irrigada e Meio Ambiente.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.3, p.465-473. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, 2000.

ROTONDANO, A. K. F. MELO, B. **Sistemas de irrigação.** Disponível em:<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/irriga4.html>. Acesso em: 08. Maio. 2019.

SOUSA, J. S. C.; **EQUAÇÕES DE PERDA DE CARGA PARA DIMENSIONAMENTOS HIDRÁULICOS EM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO PRESSURIZADA.**, *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada.*, 2019. disponível em: <<http://www.inovagri.org.br>>. Acesso em: 06, junho de 2019.

SOUSA, J. S. C.; DANTAS NETO, J. Equação explícita para cálculo do fator de atrito de Darcy-Weisbach em **projetos de irrigação pressurizada.** *Irriga*, Botucatu, v. 19, n. 1, p. 137-148, 2014.

SOBEL T;F. Costa,R;F.; Costa, E;F. **ANÁLISE DA PERCEÇÃO DE AGRICULTORES QUANTO À EFICIÊNCIA DE TECNOLOGIAS DE IRRIGAÇÃO: UMA COMPARAÇÃO DE AGRICULTORES DO VALE DO SÃO FRANCISCO (BRASIL) E DO ESTADO DA GEÓRGIA (EUA)**. Agricultura e Meio-Ambiente.2018. BER.IRRIGAÇÃO PETROLINA.

Silva, D;G. Esteves, B; S. Paes, H;M;F. Sousa, E; F. **Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro**. Niterói- Secretaria de Agricultura e Pecuária.2012. 23 p.

SOUZA, Valdemício ferreira de...[et al], **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças/editores técnicos**. Valdemício Ferreira de Souza...[et al.], – 2ª Ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2014. E-book: no formato ePub, convertido do livro impresso.

SOUZA, I. H.; ANDRADE, E. A. COSTA, E. M.; SILVA, E. L.; Artigo Técnico: **Avaliação de um sistema de irrigação localizada de baixa pressão, projetado pelo software BUBBLER**. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal-SP, v. 25, n. 1, p. 264-271, jan./abr. 2005.

SCALOPPI, E. J. **Adjusted F factor for multiple-outlet pipes**. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v. 114, n. 1, p. 169-174, 1988.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E.; CARDOSO, J. L.. **A importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio**. AGROLÓGICA: FEAGRI/UNICAMP. 2002.

TESTEZLAF, R. **Irrigação na propriedade agrícola**. UNICAMP/Faculdade de Engenharia Agrícola. Departamento de Água e Solo. n.19, agosto 1997.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. Campinas, SP. Unicamp/FEAGRI, 2017.

Tavares, V; E; Q;. **Sistemas de irrigação e manejo de água na produção de sementes**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. –, 2007. 182f.

VALMIR JUNIOR, A;S. **DETECÇÃO DE PERNAS UTILIZANDO UM SENSOR DE VARREDURA LASER APLICADA A UM ANDADOR ROBÓTICO**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito.2013.

Waldir Aparecido Marouelli, W; A . Marcos Brandão Braga. Marco Antônio Lucini. Francisco Vilela Resende. **Irrigação na Cultura do Chuchu**.1 ed. Brasília: Embrapa, Circular Técnica, 2014. p139.

8. Apêndice A

Tabela 1A – Resumo do dimensionamento hidráulico realizado a partir do SIRRAD e do IrrigaCAD.

Parâmetros (unidade)	Projetos 1 (Aspersão)		Projeto 2 (Aspersão)		Projetos 3 (Microaspersão)		Projeto 4 (Microaspersão)		Projetos 5 (Gotejamento)	
	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD
Tubulação Lateral										
q (L/h)	646,94	646,94	972	972	50,07	50,07	43	43	2	2
PS (mca)	30	30	25	25	15	15	15	15	10	10
NE (unidade)	4	4	2	2	6	6	4	4	60	60
L (m)	42	47,56/47,90	18	25	22	25	10,5	12,5	29,75	30
% Ps per. (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
C (adimensional)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
ΔZ (m)			1,5	1,5	0	0	0,5	0,5	0	0
E emis. (m)	12	12	12	12	4	4	3	3	0,5	0,5
E 1º emis. (m)	6	6	6	6	2	2	1,5	1,5	0,25	0,25
DI (mm)	35,7	35,7	35,7	35,7	16,1	16,1	16,1	16,1	13	13
PN (mca)	40	40	40	40	30	30	30	30	25	25
ΔH (mca)	0,33	0,56	0,10	0,23	0,15	0,28	0,026	0,06	0,093	0,11
H1 (mca)	30,25	29,58	25,83	23,73	15,11	14,34	15,27	15,68	10,07	9,34
Tubulação de Derivação										
Q ent (L/h)	2587,76	2587,76	1944,00	1944,00	300,43	300,43	172,00	172,00	120,00	120,00
L (m)	42	42	90	90	50	50	22,5	25	77,5	77,5
% Ps per. (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
C (adimensional)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
ΔZ (m)	1,46	1,46	-7,51	-7,51	0	0	-1,18	-1,18	0	0
E Lat. (m)	12	12	12	12	4	4	5	5	5	5
E 1ª Lat. (m)	6	6	6	6	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5
DI (mm)	72,5	72,5	72,5	72,5	48,1	48,1	35,7	35,7	48,1	48,1
PN (mca)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
nº de derivações	4	4	8	8	13	13	5	5	16	16
nº de laterais	8	8	16	16	26	26	10	10	32	32
ΔH (mca)	0,49	NI*	2,05	NI*	0,63	NI*	0,08	NI*	0,26	NI*
H2 (m)	32,20	30,23	20,37	23,86	15,74	14,48	14,17	14,26	10,28	9,39

Continuação...

Parâmetros (unidade)	Projetos 1 (Aspersão)		Projeto 2 (Aspersão)		Projetos 3 (Microaspersão)		Projeto 4 (Microaspersão)		Projetos 5 (Gotejamento)	
	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD
Tubulação Secundária I										
Q2 (L/h)	41,404	41.404	31104,00	31104,00			6880	6880		
Nº subunidades							4			
Nº derivações							3			
L (m)	52,66	52,66	8,16	8,16			77,14	77,14		
V (m/s)	1,54	1,54	2,09	2,09			1,91	1,91		
C (adimensional)	140	140	140	140			140	140		
ΔZ (m)	-0,04	-0,04	-0,46	-0,46			-7,12	-7,12		
DI (mm)	97,6	97,6	72,5	72,5			35,7	35,7		
PN (mca)	40	40	40	40			40	40		
ΔH (mca)	1,28	1,24	0,50	0,50			4,80	2,88		
H3 (mca)	33,44	31,43	20,41	23,90			11,85	14,03		
Tubulação Secundária II										
Q3 (L/h)							6.880	6.880		
L (m)							23,01	23,01		
V (m/s)							1,91	1,91		
C (adimensional)							140	140		
ΔZ (m)							-1,01	-1,01		
DI (mm)							35,7	35,7		
PN (mca)							40	40		
ΔH (mca)							2,69	2,68		
H4 (mca)							13,53	15,71		
Tubulação Principal										
Q4 (L/h)			31104,00	31104,00	7811,18	7811,18	6.880	6.880		
L (m)			50	50	50	50	49,66	49,66		
V (m/s)			2,09	2,09	10	10	1,06	1,05		
C (adimensional)			140	140	1,19	1,19	140	140		
ΔZ (m)			-3,53	-3,53	140	140	-3,46	-3,46		
DI (mm)			72,5	72,5	0	0	48,01	48,01		
PN (mca)			40	40	48,1	48,1	40	40		
ΔH (mca)			3,02	3,02	1,72	1,72	1,37	1,36		
H5 (mca)			19,89	23,39	17,46	16,20	11,44	13,60		

Continuação...

Parâmetros (unidade)	Projetos 1 (Aspersão)		Projeto 2 (Aspersão)		Projetos 3 (Microaspersão)		Projeto 4 (Microaspersão)		Projetos 5 (Gotejamento)	
	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD	SIRRAD	IrrigaCAD
Tubulação Adutora										
QT (L/h)	41.404	41.404	31104,00	31104,00			6.880	6.880	3840,00	3840,00
L (m)	115,05	115,05	75	75			62,31	62,31	50	50
V (m/s)	1,54	1,54	1,15	1,15			1,06	1,05	0,59	0,59
C (adimensional)	140	140	140	140			140	140	140	140
ΔZ (m)	4,01	4,01	0,99	0,99			1,32	1,32	0	0
DI (mm)	97,6	97,6	97,6	97,6			48,01	48,01	48,1	48,1
PN (mca)	40	40	40	40			40	40	40	40
ΔH (mca)	2,78	2,78	1,07	1,07			1,71	1,70	0,46	0,47
H6 (mca)	40,23	38,22	21,96	25,45			14,47	16,62	10,74	9,85
Tubulação de Sucção										
QT (L/h)	41.404	41.404	31104,00	31104,00	7811,18	7811,78	6.880	6.880	3840,00	3840,00
L (m)	6		5	NI*	5	NI*	5	NI*	5	NI*
ΔZ (alt. Suc) (m)	5	5	2	2	3	3	3	3	3	3
V máx (m/s)	1,43	1,42	1,07	1,07	1,11	1,07	0,97	0,94	0,54	0,53
C (adimensional)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
DI (mm)	101,2	101,2	101,2	101,2	50	50	50	50	50	50
ΔH (mca)	0,68	NI*	0,39	NI*	0,53	NI*	0,42	NI*	0,14	NI*
H man. (mca)	45,91	43,26	24,34	27,45	20,99	19,20	17,89	19,63	13,88	12,85
Conjunto Motobomba										
QT (L/h)	41.404	41.404	31104,00	31104,00	7811,17	7811,17	6.880	6.880	3840,00	3840,00
H man. (mca)	45,90	44,03	24,34	27,45	20,99	19,20	17,89	19,63	13,88	12,85
η (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
P cal. (cv)	11,73	11,05	5,14	5,27	1,01	0,93	0,76	0,83	0,33	0,30
P comercial (cv)	12,5	12,5	7,5 CV	7,5 CV	1 CV	1 CV	1 CV	1 CV	0,5 cv	0,5 cv

Onde: q (L/h) – vazão unitária do emissor; PS (mca) – pressão de serviço do emissor; NE – número de emissores por tubulação lateral; L (m) – comprimento da tubulação; V (m/s) - Velocidade média do escoamento; % Ps per. (%) – percentagem da pressão de serviço do emissor permitida para perda de carga na lateral; C (adimensional) – coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams; ΔZ (m) - desnível médio; E emis. (m) - espaçamento entre emissores; E 1º emis. (m) - espaçamento do primeiro emissor; DI (mm) - diâmetro interno da tubulação lateral; PN (mca) – classe de pressão; ΔH (mca) - Perda de carga total; H1, 2,... - pressão no início das tubulações correspondentes; Q ent (L/h) - vazão necessária na entrada da tubulação; E Lat. (m) - espaçamento entre tubulações laterais, em m; E 1ª Lat. (m); espaçamento da primeira tubulação lateral, em m; Q ent (L/h) e Q2, 3...- vazão necessária na entrada da tubulação correspondente; QT (L/h) - vazão total de projeto; ΔZ (alt. Suc) (m) - altura de sucção; V máx (m/s) - velocidade máxima permitida na tubulação; H man. (mca) - altura manométrica; η (%) - rendimento do conjunto motobomba; P cal. (cv) - Potência do conjunto motobomba calculado; P comercial (cv) – potência comercial da bomba.

9. Apêndice B

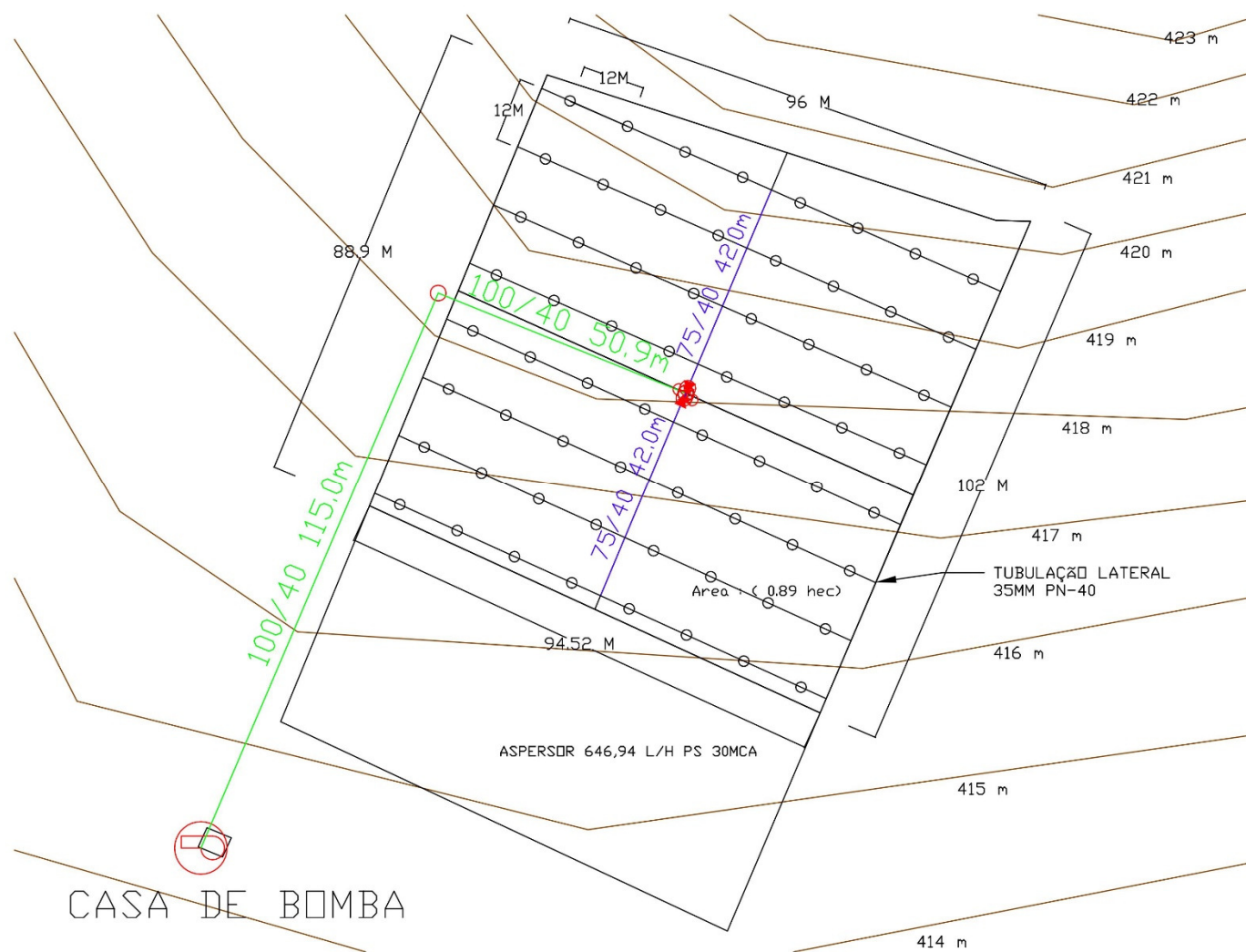


Figura 1B – Detalhamento do projeto 1 (layout gerado pelo IrrigaCAD).

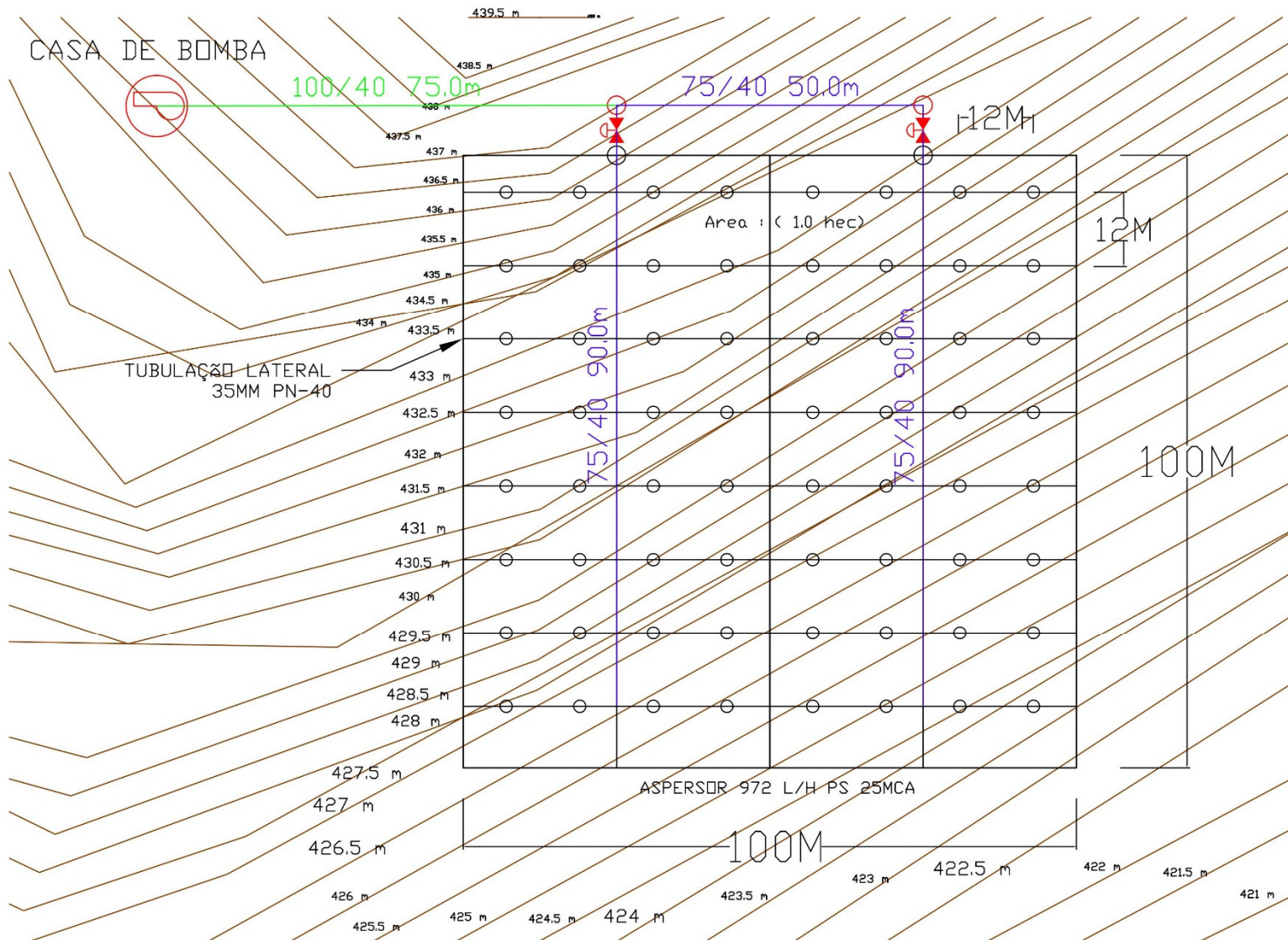


Figura 2B – Detalhamento do projeto 2 (layout gerado pelo IrrigaCAD).

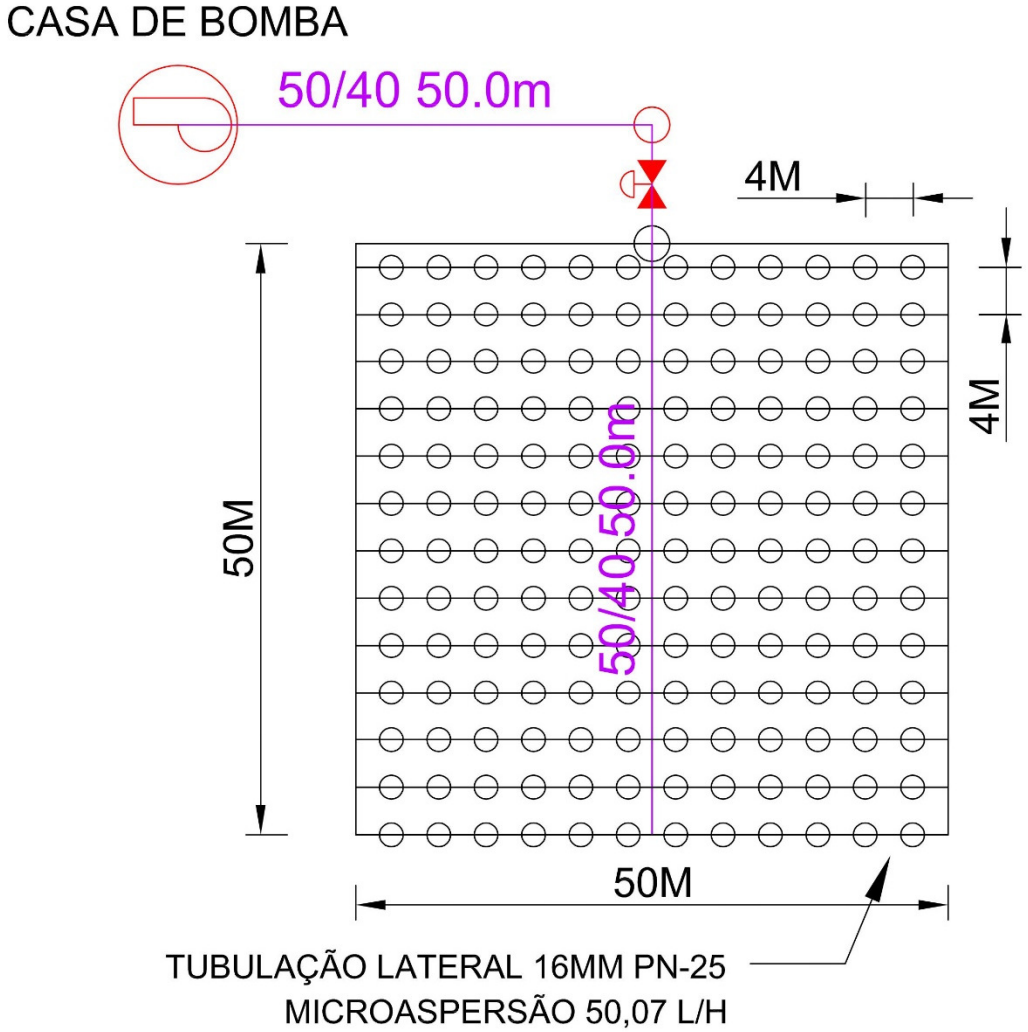


Figura 3B – Detalhamento do projeto 3 (layout gerado pelo IrrigaCAD).

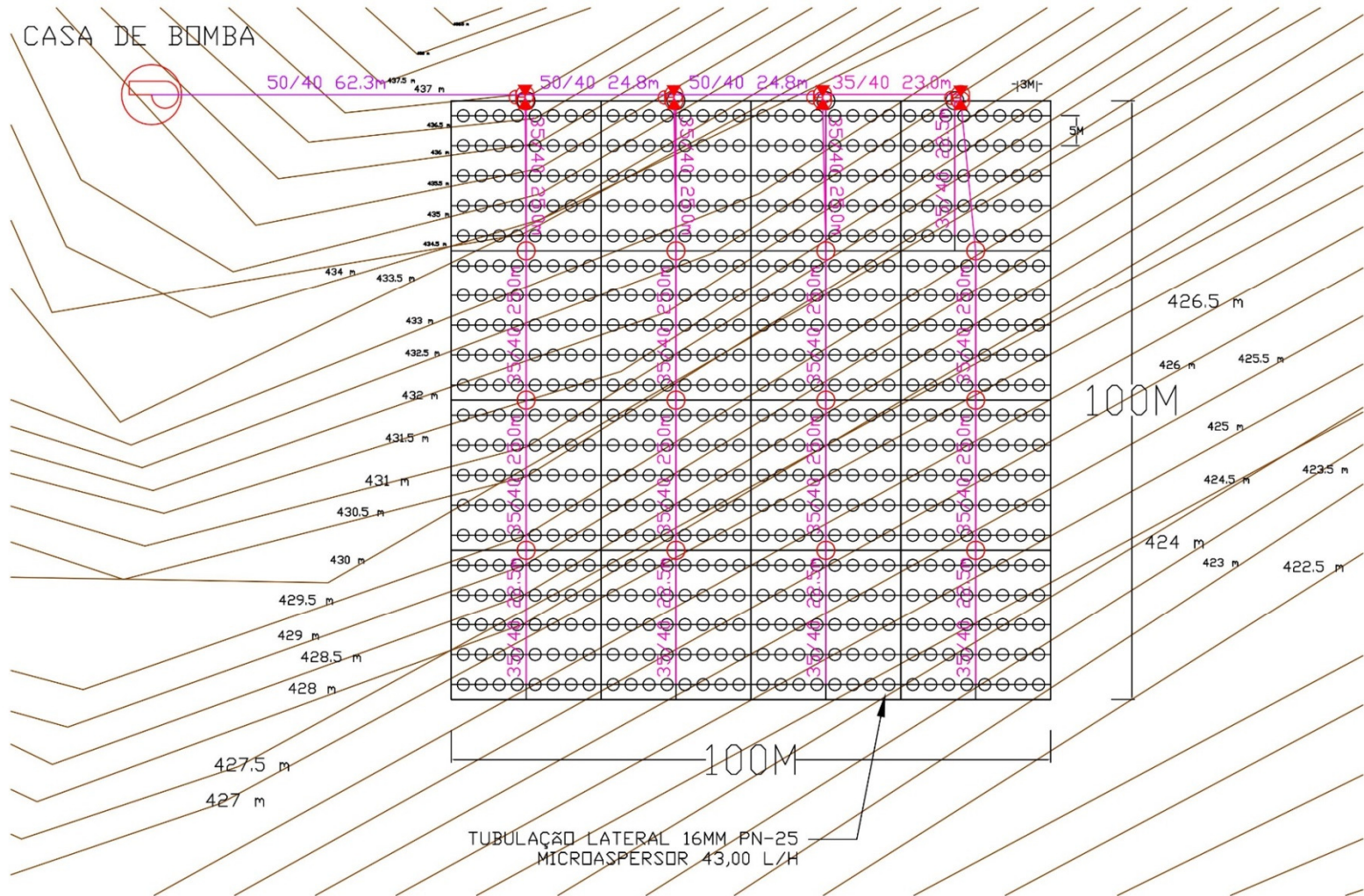


Figura 4B – Detalhamento do projeto 4 (layout gerado pelo IrrigaCAD).

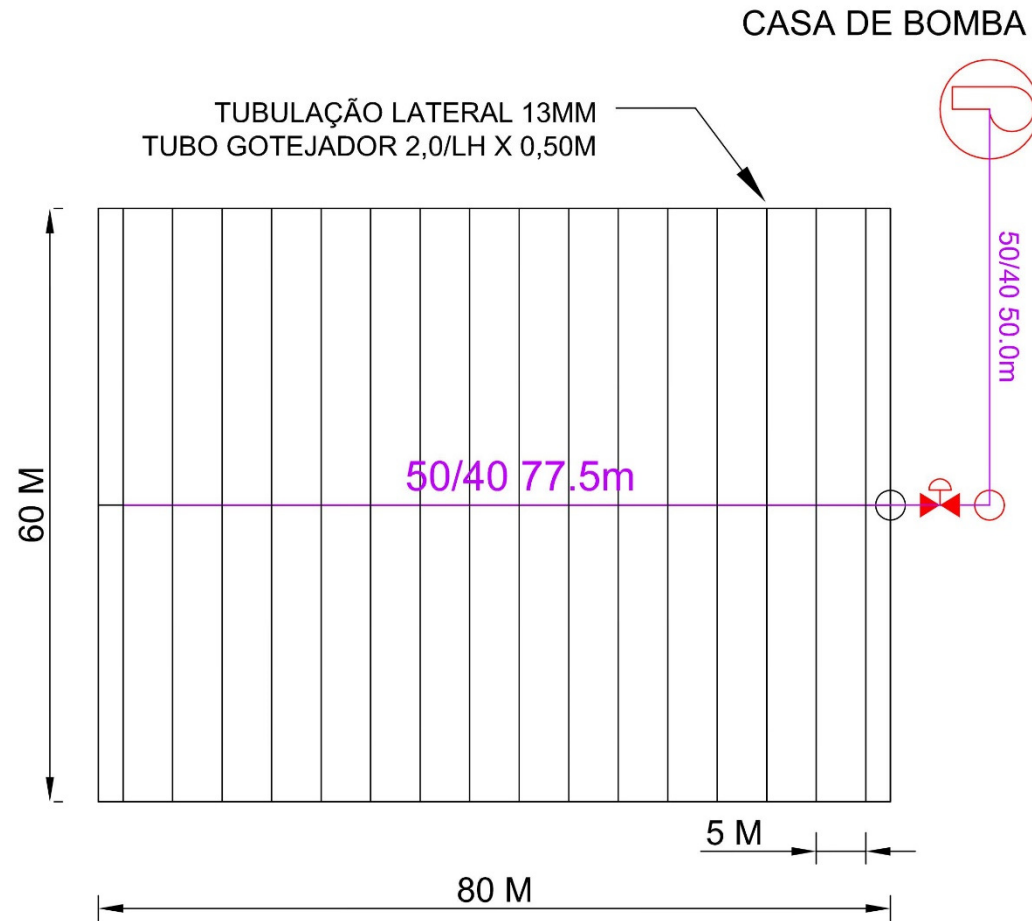


Figura 5B – Detalhamento do projeto 5 (layout gerado pelo IrrigaCAD).

10. Apêndice C

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES LATERAIS (usando a ferramenta Solver)

Obs. 1: Após a digitação dos dados de entrada (1º Banco de Dados de Entrada), ir em: Ferramentas/Solver, escolher (ou conferir se já estiver valores preenchidos) a célula N18 (cor azul, na caixa de cálculos) como célula de destino. No diretório "Igual a:", selecionar a opção "Valor de:" e no campo a frente digitar zero; agora selecionar a célula N11 (cor verde) como célula variável, e por fim, no campo "Submeter as restrições:" clicar em "Adicionar", selecionar a célula N11 (cor verde) escolher o sinal maior ou igual (>=) e digitar 1. Clicar Ferramentas/Suplementos.../seleciona

1º Banco de Dados de Entrada

q	=	646,94 l/h	vazão unitária do emissor, em l/h
Ps	=	30,00 mca	pressão de serviço do emissor, em mca
% Ps per.	=	10,00 %	percentagem da Ps do emissor permitida para perda de carga na lateral
C	=	140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks	=	0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
ΔZ	=	0,00 m	desnível médio do terreno na direção das laterais, em m → →
E emis.	=	12,00 m	espaçamento entre emissores, em m
E 1º emis.	=	6,00 m	espaçamento do primeiro emissor, em m
Di	=	35,70 mm	diâmetro interno da tubulação lateral, em mm
ha	=	0,00 m	altura do emissor

Planilha não protegida atenção para não apagar fórmulas!

Obs. Adaptar o ΔZ ao comprimento máximo, até alcançar a situação real

Obs.: valor negativo para declive

TABELAS DE APOIO

Cálculos

X	=	0,5	(E 1º emis./E emis. <= 1)
Di mín	=	1	Di mínimo para uso da eq. de Hazen-Williams
n	=	100,03	número de emissores por lateral
Q	=	1,80E-02	vazão de entrada na lateral, em m3/s
m	=	1,852	expoente da equação de perda de carga
J	=	7,39E+00	perda de carga unitária, em m/m
f	=	0,352	fator de redução devido as múltiplas saídas.
L máx 1	=	1194,41	comprimento máximo, em m (1ª determinação)
L máx 2	=	1,15	comprimento máximo, em m (2ª determinação)
L máx (1-2)	=	1193,26	diferença do valor de L máx 2 para L máx 1

Resultado gerados (a partir do SOLVER)

	Situação 1 valores aquém	Situação 2 valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida	3,00	
n - Nº de emissores possíveis na lateral	100	101
Q, Vazão neces. na entrada da lateral, em l/h	64694	65340,94
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas	0,352	0,352
L - Comprimento máximo da lateral, em m	1194,00	1206,00
J - Perda de carga unitária, em m/m	7,387730286	7,52513362
ΔH - Perda de carga total (real) na lateral, em m	3108,578299	3198,055478
% da Ps do emissor gasta como perda de carga na lateral	10361,93	10660,18
H1 - Pressão neces. na entrada da lateral, em mca	2361,43	2428,54

Resultado gerados

L, em m	=		n, unidade	=	4	Comprimento máx.; Nº saídas
n, unidade	=	0	L, em m	=	42	Nº saídas; Comprimento máx.
Q, em l/h	=	0	Q, em l/h	=	2587,76	Vazão na entrada da lateral
f, adimensional	=	0,000	f, adimensional	=	0,412	Fator de redução
J, em m/m	=	0	J, em m/m	=	0,019033828	Perda de carga unitária
ΔH , em m	=	0	ΔH , em m	=	0,329129405	Perda de carga total
% Ps usada	=	0,00	% Ps usada	=	1,10	% da Ps do emissor gasta em perda de carga
			Valor dentro da faixa de % Ps per.			
H1, em mca	=	30,00	H1, em mca	=	30,25	Pressão no início da lateral

ATENÇÃO: Anotar os valores de % Ps gasta, vazão e pressão necessárias na entrada da tubulação lateral (para a situação escolhida), uma vez que estes, serão requerido para a próxima determinação.

VOLTAR

PRÓXIMA: TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO

Figura 1.1C – Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO (usando a ferramenta Solver)

Obs.: Mesmo procedimento adotado para a determinação anterior: Ir em Ferramentas/Solver/ a célula de destino agora será a célula N78 (cor azul); definir "Valor de:" e digitar zero, a célula variável será a célula N69 (cor verde) e em Adicionar (campo submeter as restrições) selecionar a célula N69 (cor verde) escolher o sinal maior ou igual a (>=) digitar 1 e clicar em Ok/Resolver/Ok.

Q ent	=	2587,76	l/h	vazão necessária na entrada da lateral, em l/h	Obs. Adaptar o ΔZ ao comprimento máximo, até alcançar a situação real
Ps	=	30,00	mca	pressão de serviço do emissor, em mca	
% Ps per.	=	10,00	%	% da Ps do emissor permitida para perda de carga na tubulação de derivação	
C	=	140,00	adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	
Ks	=	0,32	adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação	
ΔZ	=	1,46	m	desnível médio do terreno na direção das tub. Derivação, em m	Obs.: valor negativo para declive
E Lat.	=	12,00	m	espaçamento entre tubulações laterais, em m	
E 1ª Lat.	=	6,00	m	espaçamento da primeira tubulação lateral, em m	

Assinale aqui, para disposição das tubulações Laterais em ambos os lados da tubulação de Derivação

Di	=	72,50	mm	diâmetro interno da tubulação de derivação, em mm
H1	=	30,25	mca	Pressão na entrada da tubulação lateral mais desfavorável, em mca
% Ps Lat.	=	1,10	%	Porcentagem da pressão de serviço do emissor perdida na linha lateral

Cálculos	
X	= 0,5 Eq. de Scaloppi para cálculo de Fa: E 1ª Lat./E Lat
Di mín	= 1 Di mínimo para uso da eq. de Hazen-Williams
n	= 25,51 nª laterais por derivação (ou lado da derivação)
Q	= 1,83E-02 vazão de entrada da tub. de derivação, em m3/s
Confirmação	= VERDADEIRO laterais em ambos os lados da tub. derivação
Q	= 3,67E-02 vazão de entrada para cálculo, em m3/s
m	= 1,852 expoente da equação de perda de carga
J	= 8,79E-01 perda de carga unitária, em m/m
f	= 0,358 fator de redução devido as múltiplas saídas.
L máx 1	= 300,17 comprimento máximo, em m (1ª determinação)
L máx 2	= 4,89 comprimento máximo, em m (2ª determinação)
L máx (1-2)	= 295,28 diferença do valor de L máx 2 para L máx 1

Resultados gerados (a partir do SOLVER)		
Laterais em ambos os lados da tub. de derivação	Valores aquém	Valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida	1,54	
Nº de laterais possíveis por tubulação de derivação	50	52
n - Nº saídas, para cálculo do fator f	25	26
Q, vazão neces. na entrada da t. derivação, em l/h	129388	134563,52
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas	0,358	0,358
L - Comprimento máximo da lateral, em m	294,00	306,00
J - Perda de carga unitária, em m/m	0,846577465	0,910358493
ΔH - Perda de carga total (real) na tub. de derivação, em m	89,11343943	99,65504837
% da Ps do E. gasta como perda de carga tub. derivação	578,66	647,11
H1 - Pressão neces. na entrada da t. derivação, em mca	120,82	131,37
% da Pressão de serviço do emissor gasta na sub-unidade	579,76	648,21

Atenção: Caso seja desejado continuar o projeto, anotar os valores de pressão e vazão necessários na entrada da tubulação de derivação, para alimentações seguintes.

Campo destinado a outras simulações (com uso do 1º banco de dados de entrada)		
L 1, em m	= 30	→ → → → → Comprimento máximo da tub.
nº de derivação	= 3	nº de derivação = 4 Nº de pontos de derivação
nº de laterais	= 6	nº de laterais = 8 Nº tubulações laterais
L real, em m	= 30	L, em m = 42 Comprimento real da tubulação
Q, em l/h	= 15526,56	Q, em l/h = 20702,08 Vazão na entrada derivação
f, adimensional	= 0,441	f, adimensional = 0,412 Fator de redução
J, em m/m	= 0,01668439	J, em m/m = 0,02842477 Perda de carga unitária
ΔH , em m	= 0,22086931	ΔH , em m = 0,49151578 Perda de carga total
% Ps usada	= 1,43	% Ps usada = 3,19 % da Ps do emissor gasta em perda de carga
Valor dentro da faixa de % Ps per.		Valor dentro da faixa de % Ps per.
H2, em mca	= 31,93	H2, em mca = 32,20 Pressão no início da tub. Deriv
% Ps usa. Sub.	= 2,53	% Ps usa. Sub. = 4,29 % Ps do E. usada sub-unidade

VOLTAR A TELA ANTERIOR
PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO

Figura 1.2C – Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS			
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DAS TUBULAÇÕES SECUNDÁRIAS			
1º Banco de Dados de Entrada		1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Nº sub-uni =	2,00 uni.	número de sub-unidades de irrigação em funcionamento simultâneo, abastecidas pela tub. secundária	Di cálcul. = 85,57 mm
Nº deriv.	1,00 uni.	número de derivações não simétricas na tubulação secundária (para cálculo do fator de redução f)	
Q2 =	20.702,08 l/h	vazão necessária na entrada das sub-unidades de irrigação, em l/h	
H2 =	32,20 mca	pressão necessária na entrada da sub-unidade de irrigação, em mca	
L secund.	52,66 m	comprimento da tubulação secundária que encontra-se conduzindo água no momento da irrigação, em m	
ΔZ =	-0,04 m	desnível médio do terreno na direção das tub. secundária, em m → Obs.: valor negativo para declive	
V máx =	2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação secundária, em m/s	
C =	140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	m = 1,852 coef. do fator velocidade
Ks =	0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação	f = 1,004 coef. red. devido derivações
Resultados Gerais		Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Q3 =	41.404,16 l/h	vazão necessária na entrada da tubulação secundária, em l/h	Di adotado = 97,60 mm → Diâmetro Interno Adotado
J =	2,41E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m	Di mín. pr uso da eq. Hazen-Williams = 1 mm
ΔH =	1,28 mca	perda de carga total, em mca	
H3 =	33,44 mca	pressão necessária na entrada da tubulação	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior			
VOLTAR A TELA ANTERIOR		PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 1.3C – Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO ADUTORA	
1º Banco de Dados de Entrada	
QT = 41.404,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
H4 = 33,44 mca	pressão necessária na entrada da tubulação principal, em mca
L adut. = 115,05 m	comprimento da tubulação adutora, em m
ΔZ = 4,01 m	desnível médio do terreno na direção da tub. adutora, em m → Obs.: valor negativo para
V máx = 2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação adutora, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di cálcul. = 85,57 mm	Diâmetro Interno Cálculado
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. = 97,60 mm	
Resultados Gerais	
QT = 41.404,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
J = 2,41E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH = 2,78 mca	perda de carga total, em mca
H5 = 40,23 mca	pressão necessária na entrada da tubulação adutora
V, em m/s = 1,54	Velocidade média do escoamento
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado = 97,60 mm →	Diâmetro Interno Adotado
Di mín. pr uso da eq. Hazen-Williams = 1 mm	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior	
VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 1.4C – Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO DE SUÇÃO

1º Banco de Dados de Entrada

QT	=	41.404,00	l/h	vazão total de projeto, em l/h	
H5	=	40,23	mca	pressão necessária na entrada da tubulação adutora, em mca	
L adut.	=	6,00	m	comprimento da tubulação de sucção, em m	
ΔZ (alt. Suc)	=	5,00	m	altura de sucção, desnível entre o eixo da bomba e o nível d'água, em m	→ → → →
V máx	=	1,50	m/s	velocidade máxima permitida na tubulação de sucção, em m/s	Obs.: valor negativo para bomba afogada
C	=	140,00	adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	
Ks	=	0,32	adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação	
T. máx	=	35,00	°C	temperatura média ou máxima local, em °C	
Altitude	=	414,05	m	altitude local, em m	
g	=	9,80	m/s ²	aceleração da gravidade, em m/s ²	

1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)

Di calcul. = 98,81 mm

2º Banco de Dados de Entrada

Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm

Di escolh. = 101,20 mm

H fict.	=	33,53 m	→ →	comprimento
Hv (m)	=	0,57 m		ficício da
H alt. (m)	=	9,84 m		tubulação, em m

Resultados Gerais

QT	=	41.404,00	l/h	vazão total de projeto, em l/h	V, em m/s = 1,43
H man	=	45,91	mca	pressão total necessária (altura manométrica), em mca	Velocidade média do escoamento
NPSH Disp	=	3,48	m	NPSH disponível para a altura de sucção, temperatura e atitude informadas, em m	
J	=	2,02E-02	m/m	perda de carga unitária, em m/m	
ΔH_s	=	0,68	mca	perda de carga total, em mca	

RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior

Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes

Di adotado	=	101,20 mm	→	Diâmetro Interno Adotado
Di mín. pl uso da eq. Hazen-Williams	=	1 mm		

VOLTAR A TELA ANTERIOR

PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO

Figura 1.5C – Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

CONJUNTO MOTOBOMBA

1º Banco de Dados de Entrada

QT	=	41.404,00	l/h	vazão total de projeto, em l/h
H man	=	45,91	mca	altura manométrica, em mca
rendiemnto	=	60,00	%	rendimento do conjunto motobomba, em %
Acres. Pre.	=	0,00	%	acrescimento de pressão, partida do motor, em %

Potência do conjunto motobomba calculado, em cv = **11,73**

VOLTAR A TELA ANTERIOR

VOLTAR: APLICATIVOS

Figura 1.6C – Detalhamento do projeto 1 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES LATERAIS (usando a ferramenta Solver)

Obs. 1: Após a digitação dos dados de entrada (1º Banco de Dados de Entrada), ir em: Ferramentas/Solver, escolher (ou conferir se já estiver valores preenchidos) a célula N18 (cor azul, na caixa de cálculos) como célula de destino. No diretório "Igual a:", selecionar a opção "Valor de:" e no campo a frente digitar zero; agora selecionar a célula N11 (cor verde) como célula variável, e por fim, no campo "Submeter as restrições:" clicar em "Adicionar", selecionar a célula N11 (cor verde) escolher o sinal maior ou igual (\geq) e digitar 1. Clicar em Ok e em Resolver, e em Ok. Caso o Solver não esteja instalado (não aparece no menu ferramentas), ir em: Ferramentas/Suplementos.../selecionar Solver/ e clicar em Ok.

1º Banco de Dados de Entrada Planilha não protegida atenção para não apagar fórmulas!

q = 972,00 l/h vazão unitária do emissor, em l/h Obs. Adaptar o ΔZ ao comprimento máximo, até alcançar a situação real

Ps = 25,00 mca pressão de serviço do emissor, em mca

% Ps per. = 10,00 % percentagem da Ps do emissor permitida para perda de carga na lateral

C = 140,00 adm. coefic. de rugosidade de **Hazen-Williams** para o tipo de material escolhido da tubulação

Ks = 0,32 adm. coeficiente de rugosidade de **Scobey** para o tipo de material escolhido da tubulação

ΔZ = 1,50 m desnível médio do terreno na direção das laterais, em m Obs.: valor negativo para declive

E emis. = 12,00 m espaçamento entre emissores, em m

E 1º emis. = 6,00 m espaçamento do primeiro emissor, em m

Di = 35,70 mm diâmetro interno da tubulação lateral, em mm

ha = 0,00 m altura do emissor

TABELAS DE APOIO

Cálculos

X = 0,5 (E 1º emis./E emis. \leq 1)

Di mín = 1 Di mínimo para uso da eq. de Hazen-Williams

n = 100,03 número de emissores por lateral

Q = 2,70E-02 vazão de entrada na lateral, em m³/s

m = 1,852 expoente da equação de perda de carga

J = 1,57E+01 perda de carga unitária, em m/m

f = 0,352 fator de redução devido as múltiplas saídas.

L máx 1 = 1194,41 comprimento máximo, em m (1ª determinação)

L máx 2 = 0,18 comprimento máximo, em m (2ª determinação)

L máx (1-2) = 1194,23 diferença do valor de L máx 2 para L máx 1

Campo destinado a outras simulações (com uso do 1º banco de dados de entrada)

Valores pretendidos

Resultados gerados (a partir do SOLVER)		Situação 1 valores aquém	Situação 2 valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida		1,00	
n - Nº de emissores possíveis na lateral		100	101
Q, Vazão neces. na entrada da lateral, em l/h		97200	98172
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas		0,352	0,352
L - Comprimento máximo da lateral, em m		1194,00	1206,00
J - Perda de carga unitária, em m/m		15,70177748	15,99381259
ΔH - Perda de carga total (real) na lateral, em m		6606,92836	6797,101892
% da Ps do emissor gasta como perda de carga na lateral		66069,28	67971,02
H1 - Pressão neces. na entrada da lateral, em mca		4980,95	5123,58

Resultados gerados	
Comprimento máx.: Nº saídas	2
Nº saídas; Comprimento máx.	18
Vazão na entrada da lateral	1944
Fator de redução	0,519
Perda de carga unitária	0,011206148
Perda de carga total	0,104645095
% da Ps do emissor gasta em perda de carga	1,05
Pressão no início da lateral	25,83

ATENÇÃO: Anotar os valores de % Ps gasta, vazão e pressão necessárias na entrada da tubulação lateral (para a situação escolhida), uma vez que estes, serão requerido para a próxima determinação.

VOLTAR

PRÓXIMA: TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO

Figura 2.1C – Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO (usando a ferramenta Solver)

Obs.: Mesmo procedimento adotado para a determinação anterior: Ir em Ferramentas/Solver/ a célula de destino agora será a célula N78 (cor azul); definir "Valor de:" e digitar zero, a célula variável será a célula N69 (cor verde) e em Adicionar (campo submeter as restrições) selecionar a célula N69 (cor verde) escolher o sinal maior ou igual a (>=) digitar 1 e clicar em Ok/Resolver/Ok.

Q ent	=	1944,00	l/h	vazão necessária na entrada da lateral, em l/h	Obs. Adaptar o ΔZ ao comprimento máximo, até alcançar a situação real
Ps	=	25,00	mca	pressão de serviço do emissor, em mca	
% Ps per.	=	10,00	%	% da Ps do emissor permitida para perda de carga na tubulação de derivação	
C	=	140,00	adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	
Ks	=	0,32	adm.	coeficiente de rugosidade de Scobeg para o tipo de material escolhido da tubulação	
ΔZ	=	-7,51	m	desnível médio do terreno na direção das tub. Derivação, em m →	Obs.: valor negativo para declive
E Lat.	=	12,00	m	espaçamento entre tubulações laterais, em m	
E 1ª Lat.	=	6,00	m	espaçamento da primeira tubulação lateral, em m	
<input checked="" type="checkbox"/> Assinale aqui, para disposição das tubulações Laterais em ambos os lados da tubulação de Derivação					
Di	=	72,50	mm	diâmetro interno da tubulação de derivação, em mm	
H1	=	25,83	mca	Pressão na entrada da tubulação lateral mais desfavorável, em mca	
% Ps Lat.	=	1,05	%	Porcentagem da pressão de serviço do emissor perdida na linha lateral	

Resultados gerados (a partir do SOLVER)	
Laterais em ambos os lados da tub. de derivação	Valores aquém Valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida	10,01
Nº de laterais possíveis por tubulação de derivação	50 52
n - Nº saídas, para cálculo do fator f	25 26
Q, vazão neces. na entrada da t. derivação, em l/h	97200 101088
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas	0,358 0,358
L - Comprimento máximo da lateral, em m	294,00 306,00
J - Perda de carga unitária, em m/m	0,498421696 0,535972717
ΔH - Perda de carga total (real) na tub. de derivação, em m	52,46545468 58,67181716
% da Ps do E. gasta como perda de carga tub. derivação	52,41 58,61
H1 - Pressão neces. na entrada da t. derivação, em	70,79 76,99
% da Pressão de serviço do emissor gasta na sub-unidade	53,46 59,66

Campo destinado a outras simulações (com uso do 1º banco de dados de entrada)		
L 1, em m	100	→ → → → → Comprimento máximo da tub.
nº de derivação	8	Nº de pontos de derivação
nº de laterais	16	Nº tubulações laterais
L real, em m	90	Comprimento real da tubulação
Q, em l/h	31104	Vazão na entrada derivação
f, admensiona	0,377	Fator de redução
J, em m/m	0,0604136	Perda de carga unitária
ΔH, em m	2,0474983	Perda de carga total
% Ps usada	2,05	% da Ps do emissor gasta em perda de carga
Valor dentro da faixa de % Ps per.		Valor dentro da faixa de % Ps per.
H2, em mca	20,37	Pressão no início da tub. Deriv.
% Ps usa. Sub.	3,10	% Ps do E. usada sub-unidade

ATENÇÃO: Caso seja desejado continuar o projeto, anotar os valores de pressão e vazão necessários na entrada da tubulação de derivação, para alimentações seguintes.

VOLTAR A TELA ANTERIOR
PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO

Figura 2.2C – Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DAS TUBULAÇÕES SECUNDÁRIAS	
1º Banco de Dados de Entrada	
Nº sub-uni = 1,00 uni.	número de sub-unidades de irrigação em funcionamento simultâneo, abastecidas pela tub. secundária
Nº deriv. = 1,00 uni.	número de derivações não simétricas na tubulação secundária (para cálculo do fator de redução f)
Q2 = 31.104,00 l/h	vazão necessária na entrada das sub-unidades de irrigação, em l/h
H2 = 20,37 mca	pressão necessária na entrada da sub-unidade de irrigação, em mca
L secund. = 8,16 m	comprimento da tubulação secundária que encontra-se conduzindo água no momento da irrigação, em m
ΔZ = -0,46 m	desnível médio do terreno na direção das tub. secundária, em m → Obs.: valor negativo para
V máx = 2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação secundária, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di cálculo. =	74,16 mm
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. =	72,50 mm
m =	1,852 coef. do fator velocidade
f =	1,004 coef. red. devido derivações
Resultados Gerais	
Q3 = 31.104,00 l/h	vazão necessária na entrada da tubulação secundária, em l/h
J = 6,04E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH = 0,50 mca	perda de carga total, em mca
H3 = 20,41 mca	pressão necessária na entrada da tubulação
V, em m/s =	2,09
Velocidade média do escoamento	
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado =	72,50 mm → Diâmetro Interno Adotado
Di mín. pl/ uso da eq. Hazen-Williams =	1 mm
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 2.3C – Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO PRINCIPAL	
1º Banco de Dados de Entrada	
Nº Unid. = 1,00 uni.	número de unidades de irrigação em funcionamento simultâneo
Q3 = 31.104,00 l/h	vazão necessária na entrada das unidades de irrigação, em l/h
H3 = 20,40 mca	pressão necessária na entrada da unidade de irrigação mais desfavorável, em mca
L princ. = 50,00 m	comprimento da tubulação principal, em m
ΔZ = -3,53 m	desnível médio do terreno na direção da tub. principal, em m → → Obs.: valor negativo para
V máx = 2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação principal, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di calcul. = 74,16 mm	Diâmetro Interno Cálculado
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. = 72,50 mm	
Resultados Gerais	
QT = 31.104,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
J = 6,04E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH = 3,02 mca	perda de carga total, em mca
H4 = 19,89 mca	pressão necessária na entrada da tubulação principal
V, em m/s = 2,09 Velocidade média do escoamento	
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado = 72,50 mm →	Diâmetro Interno Adotado
Di mín. pl uso da eq. Hazen-Williams = 1 mm	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior	
VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 2.4C – Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO ADUTORA	
1º Banco de Dados de Entrada	
QT = 31.104,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
H4 = 19,89 mca	pressão necessária na entrada da tubulação principal, em mca
L adut. = 75,00 m	comprimento da tubulação adutora, em m
ΔZ = 0,99 m	desnível médio do terreno na direção da tub. adutora, em m →
V máx = 2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação adutora, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
	Obs.: valor negativo para
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di calcul. = 74,16 mm	Diâmetro Interno Calculado
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. = 97,60 mm	
Resultados Gerais	
QT = 31.104,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
J = 1,42E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH = 1,07 mca	perda de carga total, em mca
H5 = 21,95 mca	pressão necessária na entrada da tubulação adutora
	V, em m/s = 1,15 Velocidade média do escoamento
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado = 97,60 mm →	Diâmetro Interno Adotado
Di mín. p/ uso da eq. Hazen-Williams = 1 mm	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior	
VOLTAR A TELA ANTERIOR	
PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 2.5C – Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO DE SUCÇÃO	
1º Banco de Dados de Entrada	
QT = 31.104,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
H5 = 21,95 mca	pressão necessária na entrada da tubulação adutora, em mca
L adut. = 5,00 m	comprimento da tubulação de sucção, em m
ΔZ (alt. Suc) = 2,00 m	altura de sucção, desnível entre o eixo da bomba e o nível d'água, em m → → → →
V máx = 1,50 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação de sucção, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
T. máx = 35,00 °C	temperatura média ou máxima local, em °C
Altitude = 436,00 m	altitude local, em m
g = 9,80 m/s ²	aceleração da gravidade, em m/s ²
Obs.: valor negativo para bomba afogada	
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di cálculo. =	85,64 mm
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. =	101,20 mm
H fict. =	32,53 m → → comprimento
Hv (m) =	0,57 m fictício da
H alt. (m) =	9,82 m tubulação, em m
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado =	101,20 mm → Diâmetro Interno Adotado
Di mín. pl' uso da eq. Hazen-Williams =	1 mm
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior	
VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 2.6C – Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

CONJUNTO MOTOBOMBA

1º Banco de Dados de Entrada

QT	=	31.104,00	l/h	vazão total de projeto, em l/h
H man	=	24,34	mca	altura manométrica, em mca
rendiemnto	=	60,00	%	rendimento do conjunto motobomba, em %
Acres. Pre.	=	10,00	%	acrescimento de pressão, partida do motor, em %

Potência do conjunto motobomba calculado, em cv = 5,14

VOLTAR A TELA ANTERIOR

VOLTAR: APLICATIVOS

Figura 2.7C – Detalhamento do projeto 2 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES LATERAIS (usando a ferramenta Solver)

Obs. 1: Após a digitação dos dados de entrada (1º Banco de Dados de Entrada), ir em: Ferramentas/Solver, escolher (ou conferir se já estiver valores preenchidos) a célula N18 (cor azul, na caixa de cálculos) como célula de destino. No diretório "Igual a:", selecionar a opção "Valor de:" e no campo a frente digitar zero; agora selecionar a célula N11 (cor verde) como célula variável, e por fim, no campo "Submeter as restrições:" clicar em "Adicionar", selecionar a célula N11 (cor verde) escolher o sinal maior ou igual (\geq) e digitar 1. Caso o Solver não esteja instalado (não aparece no menu ferramentas), ir em: Ferramentas/Suplementos.../seleco

1º Banco de Dados de Entrada		Planilha não protegida atenção para não apagar fórmul	Cálculos
q	= 50,07 l/h	vazão unitária do emissor, em l/h	X = 0,5 (E 1º emis./E emis. <= 1)
Ps	= 15,00 mca	pressão de serviço do emissor, em mca	Di mín = 1 Di mínimo para uso da eq. de Hazen-Williams
% Ps per.	= 10,00 %	percentagem da Ps do emissor permitida para perda de carga na lateral	n = 100,03 número de emissores por lateral
C	= 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	Q = 1,39E-03 vazão de entrada na lateral, em m3/s
Ks	= 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobeg para o tipo de material escolhido da tubulação	m = 1,852 expoente da equação de perda de carga
ΔZ	= 0,00 m	desnível médio do terreno na direção das laterais, em m → →	J = 3,13E+00 perda de carga unitária, em m/m
E emis.	= 4,00 m	espaçamento entre emissores, em m	f = 0,352 fator de redução devido as múltiplas saídas.
E 1º emis.	= 2,00 m	espaçamento do primeiro emissor, em m	L máx 1 = 398,14 comprimento máximo, em m (1ª determinação)
Di	= 16,10 mm	diâmetro interno da tubulação lateral, em mm	L máx 2 = 1,36 comprimento máximo, em m (2ª determinação)
ha	= 0,00 m	altura do emissor	L máx (1-2) = 396,78 diferença do valor de L máx 2 para L máx 1

TABELAS DE APOIO

Campo destinado a outras simulações (com uso do 1º banco de dados de entrada)			
Valores pretendidos			
L, em m =	25	n, unidade =	6
n, unidade =	6	L, em m =	22
Q, em l/h =	300,42	Q, em l/h =	300,42
f, admsionada =	0,387	f, admsionada =	0,387
J, em m/m =	0,01705285	J, em m/m =	0,01705285
ΔH , em m =	0,16505814	ΔH , em m =	0,14525116
% Ps usada =	1,10	% Ps usada =	0,97
Valor dentro da faixa de % Ps per.		Valor dentro da faixa de % Ps per.	
H1, em mca =	15,12	H1, em mca =	15,11

Resultados gerados (a partir do SOLVER)	Situação 1 valores aquém	Situação 2 valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida		1,50
n - Nº de emissores possíveis na lateral	500	501
Q, Vazão neces. na entrada da lateral, em l/h	25035	25085,07
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas	0,351	0,351
L - Comprimento máximo da lateral, em m	1998,00	2002,00
J - Perda de carga unitária, em m/m	61,53939741	61,76753353
ΔH - Perda de carga total (real) na lateral, em m	43155,33339	43401,94725
% da Ps do emissor gasta como perda de carga na lateral	287702,22	289346,32
H1 - Pressão neces. na entrada da lateral, em m	32381,50	32566,46

VOLTAR

PRÓXIMA: TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO

ATENÇÃO: Anotar os valores de % Ps gasta, vazão e pressão necessárias na entrada da tubulação lateral (para a situação escolhida), uma vez que estes, serão requerido para a próxima determinação.

Figura 3.1C – Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO (usando a ferramenta Solver)

Obs.: Mesmo procedimento adotado para a determinação anterior: Ir em Ferramentas/Solver/ a célula de destino agora será a célula N78 (cor azul); definir "Valor de:" e digitar zero, a célula variável será a célula N69 (cor verde) e em Adicionar (campo submeter as restrições) selecionar a célula N69 (cor verde) escolher o sinal maior ou igual (>=) digitar 1 e clicar em Ok/Resolver/Ok.

Q ent	=	300,43	l/h	vazão necessária na entrada da lateral, em l/h	Obs. Adaptar o ΔZ ao comprimento máximo, até alcançar a situação real
Ps	=	15,00	mca	pressão de serviço do emissor, em mca	
% Ps per.	=	10,00	%	% da Ps do emissor permitida para perda de carga na tubulação de derivação	
C	=	140,00	adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	
Ks	=	0,32	adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação	
ΔZ	=	0,00	m	desnível médio do terreno na direção das tub. Derivação, em m	→ Obs.: valor negativo para declive
E Lat.	=	4,00	m	espaçamento entre tubulações laterais, em m	
E 1ª Lat.	=	2,00	m	espaçamento da primeira tubulação lateral, em m	

Assinale aqui, para disposição das tubulações Laterais em ambos os lados da tubulação de Derivação →

Di	=	48,10	mm	diâmetro interno da tubulação de derivação, em mm
H1	=	15,11	mca	Pressão na entrada da tubulação lateral mais desfavorável, em mca
% Ps Lat.	=	0,97	%	Porcentagem da pressão de serviço do emissor perdida na linha lateral

Cálculos				
X	=	0,5	Eq. de Scaloppi para cálculo de Fa: E 1ª Lat./E Lat.	
Di mín	=	1	Di mínimo para uso da eq. de Hazen-Williams	
n	=	25,51	nª laterais por derivação (ou lado da derivação)	
Q	=	2,13E-03	vazão de entrada da tub. de derivação, em m3/s	
Confirmação	=	VERDADEIRO	laterais em ambos os lados da tub. derivação	
Q	=	4,26E-03	vazão de entrada para cálculo, em m3/s	
m	=	1,852	expoente da equação de perda de carga	
J	=	1,20E-01	perda de carga unitária, em m/m	
f	=	0,358	fator de redução devido as múltiplas saídas.	
L máx 1	=	100,06	comprimento máximo, em m (1ª determinação)	
L máx 2	=	34,87	comprimento máximo, em m (2ª determinação)	
L máx (1-2)	=	65,19	diferença do valor de L máx 2 para L máx 1	

Resultados gerados (a partir do SOLVER)		
Laterais em ambos os lados da tub. de derivação	Valores aquém	Valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida	1,50	
Nº de laterais possíveis por tubulação de derivação	50	52
n - Nº saídas, para cálculo do fator f	25	26
Q, vazão neces. na entrada da t. derivação, em l/h	15021,5	15622,36
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas	0,358	0,358
L - Comprimento máximo da lateral, em m	98,00	102,00
J - Perda de carga unitária, em m/m	0,115747501	0,124467901
ΔH - Perda de carga total (real) na tub. de derivação, em m	4,061316814	4,541747308
% da Ps do E. gasta como perda de carga tub. derivação	27,08	30,28
H1 - Pressão neces. na entrada da t. derivação, em mca	19,17	19,65
% da Pressão de serviço do emissor gasta na sub-unidade	28,05	31,25

Atenção: Caso seja desejado continuar o projeto, anotar os valores de pressão e vazão necessários na entrada da tubulação de derivação, para alimentações seguintes.

Campo destinado a outras simulações (com uso do 1º banco de dados de entrada)			
L 1, em m	=	50	→ → → → → Comprimento máximo da tub.
nº de derivação	=	13	Nº de pontos de derivação
nº de laterais	=	26	Nº tubulações laterais
L real, em m	=	50	Comprimento real da tubulação
Q, em l/h	=	7811,18	Vazão na entrada derivação
f, adimensional	=	0,366	Fator de redução
J, em m/m	=	0,03447862	Perda de carga unitária
ΔH , em m	=	0,63027441	Perda de carga total
% Ps usada	=	4,20	% da Ps do emissor gasta em perda de carga
Valor dentro da faixa de % Ps per.	=		
H2, em mca	=	15,74	Pressão no início da tub. Deriv
% Ps usa. Sub.	=	5,17	% Ps do E. usada sub-unidade

VOLTAR A TELA ANTERIOR **PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO**

Figura 3.2C – Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO PRINCIPAL	
1º Banco de Dados de Entrada	
Nº Unid. = 1,00 uni.	número de unidades de irrigação em funcionamento simultâneo
Q3 = 7.811,18 l/h	vazão necessária na entrada das unidades de irrigação, em l/h
H3 = 15,74 mca	pressão necessária na entrada da unidade de irrigação mais desfavorável, em mca
L princ. = 50,00 m	comprimento da tubulação principal, em m
ΔZ = 0,00 m	desnível médio do terreno na direção da tub. principal, em m → → Obs.: valor negativo para
V máx = 2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação principal, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di cálcul. = 37,17 mm	Diâmetro Interno Calculado
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. = 48,10 mm	
Resultados Gerais	
QT = 7.811,18 l/h	vazão total de projeto, em l/h
J = 3,45E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH = 1,72 mca	perda de carga total, em mca
H4 = 17,46 mca	pressão necessária na entrada da tubulação principal
V, em m/s = 1,19	Velocidade média do escoamento
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado = 48,10 mm →	Diâmetro Interno Adotado
Di mín. p/ uso da eq. Hazen-Williams = 1 mm	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 3.3C – Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS		
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO DE SUÇÃO		
1º Banco de Dados de Entrada		
QT = 7.811,18 l/h	vazão total de projeto, em l/h	
H5 = 17,46 mca	pressão necessária na entrada da tubulação adutora, em mca	
L adut. = 5,00 m	comprimento da tubulação de sucção, em m	
ΔZ (alt. Suc) = 3,00 m	altura de sucção, desnível entre o eixo da bomba e o nível d'água, em m → → → →	
V máx = 1,50 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação de sucção, em m/s	
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação	
T. máx = 35,00 °C	temperatura média ou máxima local, em °C	
Altitude = 435,62 m	altitude local, em m	
g = 9,80 m/s ²	aceleração da gravidade, em m/s ²	
Obs.: valor negativo para bomba afogada		
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)		
Di cácul.	= 42,92 mm	
2º Banco de Dados de Entrada		
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm		
Di escolh.	= 50,00 mm	
H fict.	= 18,60 m → → comprimento	
Hv (m)	= 0,57 m fictício da	
H alt. (m)	= 9,82 m tubulação, em m	
Resultados Gerais		
QT = 7.811,18 l/h	vazão total de projeto, em l/h	V, em m/s = 1,11
H man = 20,99 mca	pressão total necessária (altura manométrica), em mca	Velocidade média do escoamento
NPSH Disp = 5,65 m	NPSH disponível para a altura de sucção, temperatura e atitude informadas, em m	
J = 2,86E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m	
ΔH_s = 0,53 mca	perda de carga total, em mca	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior		
VOLTAR A TELA ANTERIOR		PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes		
Di adotado	= 50,00 mm →	Diâmetro Interno Adotado
Di mín. pl uso da eq. Hazen-Williams	= 1 mm	

Figura 3.4C – Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

CONJUNTO MOTOBOMBA

1º Banco de Dados de Entrada

QT	=	7.811,18 l/h	vazão total de projeto, em l/h
H man	=	20,99 mca	altura manométrica, em mca
rendiemnto	=	60,00 %	rendimento do conjunto motobomba, em %
Acres. Pre.	=	0,00 %	acrescimento de pressão, partida do motor, em %

Potência do conjunto motobomba calculado, em cv = **1,01**

VOLTAR A TELA ANTERIOR

VOLTAR: APLICATIVOS

Figura 3.5C – Detalhamento do projeto 3 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES LATERAIS (usando a ferramenta Solver)

Obs. 1: Após a digitação dos dados de entrada (**1º Banco de Dados de Entrada**), ir em: Ferramentas/Solver, escolher (ou conferir se já estiver valores preenchidos) a célula N18 (**cor azul, na caixa de cálculos**) como célula de destino. No diretório "Igual a:", selecionar a opção "Valor de:" e no campo a frente digitar zero; agora selecionar a célula N11 (**cor verde**) como célula variável, e por fim, no campo "Submeter as restrições:" clicar em "Adicionar", selecionar a célula N11 (**cor verde**) escolher o sinal maior ou igual (>=) e digitar 1. Clicar em Ok e em Ferramentas/Suplementos.../seleciona

Caso o Solver não esteja instalado (não aparece no menu ferramentas), ir em:

1º Banco de Dados de Entrada Planilha não protegida atenção para não apagar fórmulas!

q	=	43,00	l/h	vazão unitária do emissor, em l/h	Obs. Adaptar o ΔZ ao comprimento máximo, até alcançar a situação real
Ps	=	15,00	mca	pressão de serviço do emissor, em mca	
% Ps per.	=	10,00	%	percentagem da Ps do emissor permitida para perda de carga na lateral	
C	=	140,00	adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	
Ks	=	0,32	adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação	
ΔZ	=	0,50	m	desnível médio do terreno na direção das laterais, em m	→ → Obs.: valor negativo para declive
E emis.	=	3,00	m	espaçamento entre emissores, em m	
E 1º emis.	=	1,50	m	espaçamento do primeiro emissor, em m	
Di	=	16,10	mm	diâmetro interno da tubulação lateral, em m	
ha	=	0,00	m	altura do emissor	

TABELAS DE APOIO

Cálculos		X =	0,5	(E 1º emis./E emis. <= 1)
Di mín	=	1		Di mínimo para uso da eq. de Hazen-Williams
n	=	100,03		número de emissores por lateral
Q	=	1,19E-03		vazão de entrada na lateral, em m3/s
m	=	1,852		expoente da equação de perda de carga
J	=	2,36E+00		perda de carga unitária, em m/m
f	=	0,352		fator de redução devido as múltiplas saídas.
L máx 1	=	298,60		comprimento máximo, em m (1ª determinação)
L máx 2	=	1,20		comprimento máximo, em m (2ª determinação)
L máx (1-2)	=	297,40		diferença do valor de L máx 2 para L máx 1

Campos destinados a outras simulações (com uso do 1º banco de dados de entrada)

Valores pretendidos		Resultados gerados	
L, em m	=	12,15	n, unidade = 4
n, unidade	=	4	L, em m = 10,5
Q, em l/h	=	172	Q, em l/h = 172
f, adimensional	=	0,412	f, adimensional = 0,412
J, em m/m	=	0,00607074	J, em m/m = 0,00607074
ΔH, em m	=	0,03036752	ΔH, em m = 0,02624353
% Ps usada	=	0,30	% Ps usada = 0,26
Valor dentro da faixa de % Ps per.		Valor dentro da faixa de % Ps per.	
H1, em mca	=	15,27	H1, em mca = 15,27

Resultados gerados (a partir do SOLVER)	Situação 1 valores aquém	Situação 2 valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida	1,00	
n - N° de emissores possíveis na lateral	100	101
Q, Vazão neces. na entrada da lateral, em l/h	4300	4343
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas	0,352	0,352
L - Comprimento máximo da lateral, em m	298,50	301,50
J - Perda de carga unitária, em m/m	2,356278778	2,400102869
ΔH - Perda de carga total (real) na lateral, em m	247,8662861	255,0008583
% da Ps do emissor gasta como perda de carga na lateral	2478,66	2550,01
H1 - Pressão neces. na entrada da lateral, em mca	201,15	206,50

ATENÇÃO: Anotar os valores de % Ps gasta, vazão e pressão necessárias na entrada da tubulação lateral (para a situação escolhida), uma vez que estes, serão requerido para a próxima determinação.

VOLTAR

PRÓXIMA: TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO

Figura 4.1C – Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO (usando a ferramenta Solver)

Obs.: Mesmo procedimento adotado para a determinação anterior: Ir em Ferramentas/Solver/ a célula de destino agora será a célula N78 (cor azul); definir "Valor de:" e digitar zero, a célula variável será a célula N69 (cor verde) e em Adicionar (campo submeter as restrições) selecionar a célula N69 (cor verde) escolher o sinal maior ou igual a (\geq) digitar 1 e clicar em Ok/Resolver/Ok.

Q ent	=	172,00	l/h	vazão necessária na entrada da lateral, em l/h	Obs. Adaptar o ΔZ ao comprimento máximo, até alcançar a situação real
Ps	=	15,00	mca	pressão de serviço do emissor, em mca	
% Ps per.	=	10,00	%	% da Ps do emissor permitida para perda de carga na tubulação de derivação	
C	=	140,00	adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	
Ks	=	0,32		coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação	
ΔZ	=	-1,18	m	desnível médio do terreno na direção das tub. Derivação, em m	Obs.: valor negativo para declive
E Lat.	=	5,00	m	espaçamento entre tubulações laterais, em m	
E 1ª Lat.	=	2,50	m	espaçamento da primeira tubulação lateral, em m	

Assinale aqui, para disposição das tubulações Laterais em ambos os lados da tubulação de Derivação

Di	=	35,70	mm	diâmetro interno da tubulação de derivação, em mm
H1	=	15,27	mca	Pressão na entrada da tubulação lateral mais desfavorável, em mca
% Ps Lat.	=	9,99	%	Porcentagem da pressão de serviço do emissor perdida na linha lateral

Cálculos					
X	=	0,5		Eq. de Scaloppi para cálculo de Fa: E 1ª Lat./E Lat.	
Di mín	=	1		Di mínimo para uso da eq. de Hazen-Williams	
n	=	25,51		nª laterais por derivação (ou lado da derivação)	
Q	=	1,22E-03		vazão de entrada da tub. de derivação, em m3/s	
Confirmação	=	VERDADEIRO		laterais em ambos os lados da tub. derivação	
Q	=	2,44E-03		vazão de entrada para cálculo, em m3/s	
m	=	1,852		expoente da equação de perda de carga	
J	=	1,83E-01		perda de carga unitária, em m/m	
f	=	0,358		fator de redução devido as múltiplas saídas.	
L máx 1	=	125,07		comprimento máximo, em m (1ª determinação)	
L máx 2	=	40,98		comprimento máximo, em m (2ª determinação)	
L máx (1-2)	=	84,09		diferença do valor de L máx 2 para L máx 1	

Resultados gerados (a partir do SOLVER)

Laterais em ambos os lados da tub. de derivação	Valores aquém	Valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida	2,68	
Nº de laterais possíveis por tubulação de derivação	50	52
n - Nº saídas, para cálculo do fator f	25	26
Q, vazão neces. na entrada da t. derivação, em l/h	8600	8944
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas	0,358	0,358
L - Comprimento máximo da lateral, em m	122,50	127,50
J - Perda de carga unitária, em m/m	0,175987583	0,189246463
ΔH - Perda de carga total (real) na tub. de derivação, em m	7,718755561	8,631840088
% da Ps do E, gasta como perda de carga tub. derivação	28,80	32,21
H1 - Pressão neces. na entrada da t. derivação, em mca	21,81	22,72
% da Pressão de serviço do emissor gasta na sub-unidade	38,79	42,20

Campo destinado a outras simulações (com uso do 1º banco de dados de entrada)

L 1, em m	=	25	→ → → → → → → →	Comprimento máximo da tub.
nº de derivação	=	5		Nº de pontos de derivação
nº de laterais	=	10		Nº tubulações laterais
L real, em m	=	22,5		Comprimento real da tubulação
Q, em l/h	=	1720		Vazão na entrada derivação
f, adimensional	=	0,396		Fator de redução
J, em m/m	=	0,008932841		Perda de carga unitária
ΔH , em m	=	0,079677526		Perda de carga total
% Ps usada	=	0,30		% da Ps do emissor gasta em perda de carga
		Valor dentro da faixa de % Ps per.		
H2, em mca	=	14,17		Pressão no início da tub. Deriv.
% Ps usa. Sub	=	10,29		% Ps do E. usada sub-unidade

ATENÇÃO: Caso seja desejado continuar o projeto, anotar os valores de pressão e vazão necessários na entrada da tubulação de derivação, para alimentações seguintes.

VOLTAR A TELA ANTERIOR **PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO**

Figura 4.2C – Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DAS TUBULAÇÕES SECUNDÁRIAS	
1º Banco de Dados de Entrada	
Nº sub-uni = 4,00 uni.	número de sub-unidades de irrigação em funcionamento simultâneo, abastecidas pela tub. secundária
Nº deriv. = 3,00 uni.	número de derivações não simétricas na tubulação secundária (para cálculo do fator de redução f)
Q2 = 1.720,00 l/h	vazão necessária na entrada das sub-unidades de irrigação, em l/h
H2 = 14,17 mca	pressão necessária na entrada da sub-unidade de irrigação, em mca
L secund. = 77,14 m	comprimento da tubulação secundária que encontra-se conduzindo água no momento da irrigação, em m
ΔZ = -7,12 m	desnível médio do terreno na direção das tub. secundária, em m → Obs.: valor negativo para declive
V máx = 2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação secundária, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di calcul. =	34,88 mm
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. =	35,70 mm
m =	1,852 coef. do fator velocidade
f =	0,534 coef. red. devido derivações
Resultados Gerais	
Q3 = 6.880,00 l/h	vazão necessária na entrada da tubulação secundária, em l/h
J = 1,16E-01 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH = 4,80 mca	perda de carga total, em mca
H3 = 11,85 mca	pressão necessária na entrada da tubulação
V, em m/s =	1,91
Velocidade média do escoamento	
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado =	35,70 mm → Diâmetro Interno Adotado
Di mín. p/ uso da eq. Hazen-Williams =	1 mm
VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior

Figura 4.3C – Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS		
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DAS TUBULAÇÕES SECUNDÁRIAS		
1º Banco de Dados de Entrada		
Nº sub-uni =	1,00 uni.	número de sub-unidades de irrigação em funcionamento simultâneo, abastecidas pela tub. secundária
Nº deriv.	1,00 uni.	número de derivações não simétricas na tubulação secundária (para cálculo do fator de redução f)
Q2	6.880,00 l/h	vazão necessária na entrada das sub-unidades de irrigação, em l/h
H2	11,85 mca	pressão necessária na entrada da sub-unidade de irrigação, em mca
L secund.	23,01 m	comprimento da tubulação secundária que encontra-se conduzindo água no momento da irrigação, em m
ΔZ	-1,01 m	desnível médio do terreno na direção das tub. secundária, em m → Obs.: valor negativo para declive
V máx	2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação secundária, em m/s
C	140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks	0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)		
Di cálculo.	=	34,88 mm
2º Banco de Dados de Entrada		
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm		
Di escolh.	=	35,70 mm
m	=	1,852 coef. do fator velocidade
f	=	1,004 coef. red. devido derivações
Resultados Gerais		
Q3	= 6.880,00 l/h	vazão necessária na entrada da tubulação secundária, em l/h
J	= 1,16E-01 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH	= 2,69 mca	perda de carga total, em mca
H3	= 13,53 mca	pressão necessária na entrada da tubulação
		V, em m/s = 1,91
		Velocidade média do escoamento
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes		
Di adotado	=	35,70 mm → Diâmetro Interno Adotado
Di mín. p/ uso da eq. Hazen-Williams	=	1 mm
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior		
VOLTAR A TELA ANTERIOR		PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO

Figura 4.4C – Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO PRINCIPAL	
1º Banco de Dados de Entrada	
Nº Unid. = 1,00 uni.	número de unidades de irrigação em funcionamento simultâneo
Q3 = 6.880,00 l/h	vazão necessária na entrada das unidades de irrigação, em l/h
H3 = 13,53 mca	pressão necessária na entrada da unidade de irrigação mais desfavorável, em mca
L princ. = 49,66 m	comprimento da tubulação principal, em m
ΔZ = -3,46 m	desnível médio do terreno na direção da tub. principal, em m → → Obs.: valor negativo para declive
V máx = 2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação principal, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di cálcul. = 34,88 mm	Diâmetro Interno Calculado
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. = 48,01 mm	
Resultados Gerais	
QT = 6.880,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
J = 2,75E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH = 1,37 mca	perda de carga total, em mca
H4 = 11,44 mca	pressão necessária na entrada da tubulação principal
V, em m/s = 1,06	Velocidade média do escoamento
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado = 48,01 mm →	Diâmetro Interno Adotado
Di mín. p/ uso da eq. Hazen-Williams = 1 mm	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior	
VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 4.5C – Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO ADUTORA	
1º Banco de Dados de Entrada	
QT = 6.880,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
H4 = 11,44 mca	pressão necessária na entrada da tubulação principal, em mca
L adut. = 62,31 m	comprimento da tubulação adutora, em m
ΔZ = 1,32 m	desnível médio do terreno na direção da tub. adutora, em m → Obs.: valor negativo para
V máx = 2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação adutora, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di cálcul. = 34,88 mm	Diâmetro Interno Cálculado
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. = 48,01 mm	
Resultados Gerais	
QT = 6.880,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
J = 2,75E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH = 1,71 mca	perda de carga total, em mca
H5 = 14,47 mca	pressão necessária na entrada da tubulação adutora
V, em m/s = 1,06	Velocidade média do escoamento
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado = 48,01 mm →	Diâmetro Interno Adotado
Di mín. p/ uso da eq. Hazen-Williams = 1 mm	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior	
VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 4.6C – Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS		
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO DE SUÇÃO		
1º Banco de Dados de Entrada		1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)
QT =	6.880,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
H5 =	14,47 mca	pressão necessária na entrada da tubulação adutora, em mca
L adut. =	5,00 m	comprimento da tubulação de sucção, em m
ΔZ (alt. Suc) =	3,00 m	altura de sucção, desnível entre o eixo da bomba e o nível d'água, em m → → → →
V máx =	1,50 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação de sucção, em m/s
C =	140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks =	0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
T. máx =	35,00 °C	temperatura média ou máxima local, em °C
Altitude =	435,62 m	altitude local, em m
g =	9,80 m/s ²	aceleração da gravidade, em m/s ²
		Obs.: valor negativo para bomba afogada
		Diâmetro interno calculado
		Di cácul. = 40,28 mm
2º Banco de Dados de Entrada		2º Banco de Dados de Entrada
		Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm
		Di escolh. = 50,00 mm
		H fict. = 18,60 m → → comprimento fictício da tubulação, em m
		Hv (m) = 0,57 m
		H alt. (m) = 9,82 m
Resultados Gerais		Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes
QT =	6.880,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
H man =	17,89 mca	pressão total necessária (altura manométrica), em mca
NPSH Disp =	5,77 m	NPSH disponível para a altura de sucção, temperatura e atitude informadas, em m
J =	2,26E-02 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔHs =	0,42 mca	perda de carga total, em mca
		V, em m/s = 0,97
		Velocidade média do escoamento
		Di adotado = 50,00 mm → Diâmetro Interno Adotado
		Di mín. p/ uso da eq. Hazen-Williams = 1 mm
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior		
VOLTAR A TELA ANTERIOR		PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO

Figura 4.7C – Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

CONJUNTO MOTOBOMBA

1º Banco de Dados de Entrada

QT	=	6.880,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
H man	=	17,89 mca	altura manométrica, em mca
rendimnto	=	60,00%	rendimento do conjunto motobomba, em %
Acres. Pre.	=	0,00 %	acrescimento de pressão, partida do motor, em %

Potência do conjunto motobomba calculado, em cv = 0,76

VOLTAR A TELA ANTERIOR

VOLTAR: APLICATIVOS

Figura 4.8C – Detalhamento do projeto 4 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES LATERAIS (usando a ferramenta Solver)

Obs. 1: Após a digitação dos dados de entrada (1º Banco de Dados de Entrada), ir em: Ferramentas/Solver, escolher (ou conferir se já estiver valores preenchidos) a célula N18 (cor azul, na caixa de cálculos) como célula de destino. No diretório "Iguar a:", selecionar a opção "Valor de:" e no campo a frente digitar zero; agora selecionar a célula N11 (cor verde) como célula variável, e por fim, no campo "Submeter as restrições:" clicar em "Adicionar", selecionar a célula N11 (cor verde) escolher o sinal maior ou igual (>=) e digitar 1. Clicar em Ok e em Ferramentas/Suplementos.../seleciona

Caso o Solver não esteja instalado (não aparece no menu ferramentas), ir em:

1º Banco de Dados de Entrada

Planilha não protegida atenção para não apagar fórmulas!

q = 2,00 l/h vazão unitária do emissor, em l/h

Ps = 10,00 mca pressão de serviço do emissor, em mca

% Ps per. = 10,00 % percentagem da Ps do emissor permitida para perda de carga na lateral

C = 140,00 adm. coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação

Ks = 0,32 adm. coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação

ΔZ = 0,00 m desnível médio do terreno na direção das laterais, em m

E emis. = 0,50 m espaçamento entre emissores, em m

E 1º emis. = 0,25 m espaçamento do primeiro emissor, em m

Di = 13,00 mm diâmetro interno da tubulação lateral, em m

ha = 0,00 m altura do emissor

Obs. Adaptar o ΔZ ao comprimento máximo, até alcançar a situação real

Obs.: valor negativo para declive

TABELAS DE APOIO

Cálculos

X = 0,5 (E 1º emis./E emis. <= 1)

Di mín = 1 Di mínimo para uso da eq. de Hazen-Williams

n = 198,89 número de emissores por lateral

Q = 1,10E-04 vazão de entrada na lateral, em m³/s

m = 1,852 expoente da equação de perda de carga

J = 8,13E-02 perda de carga unitária, em m/m

f = 0,352 fator de redução devido as múltiplas saídas.

L máx 1 = 99,19 comprimento máximo, em m (1ª determinação)

L máx 2 = 35,01 comprimento máximo, em m (2ª determinação)

L máx (1-2) = 64,19 diferença do valor de L máx 2 para L máx 1

Campo destinado a outras simulações (com uso do 1º banco de dados de entrada)

Valores pretendidos

Valores pretendidos		Resultados gerados	
L, em m	= 30	n, unidade	= 60
n, unidade	= 60	L, em m	= 29,75
Q, em l/h	= 120	Q, em l/h	= 120
f, adimensional	= 0,354	f, adimensional	= 0,354
J, em m/m	= 0,0088313	J, em m/m	= 0,0088313
ΔH , em m	= 0,09368792	ΔH , em m	= 0,09290719
% Ps usada	= 0,94	% Ps usada	= 0,93
Valor dentro da faixa de % Ps per.		Valor dentro da faixa de % Ps per.	
H1, em mca	= 10,07	H1, em mca	= 10,07

Comprimento máx.; N° saídas

N° saídas; Comprimento máx.

Vazão na entrada da lateral

Fator de redução

Perda de carga unitária

Perda de carga total

% da Ps do emissor gasta em perda de carga

Pressão no início da lateral

Resultados gerados (a partir do SOLVER)	Situação 1 valores aquém	Situação 2 valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida		1,00
n - N° de emissores possíveis na lateral	500	501
Q, Vazão neces. na entrada da lateral, em l/h	1000	1002
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas	0,351	0,351
L - Comprimento máximo da lateral, em m	249,75	250,25
J - Perda de carga unitária, em m/m	0,448106231	0,44976743
ΔH - Perda de carga total (real) na lateral, em m	39,28006812	39,50453654
% da Ps do emissor gasta como perda de carga na lateral	392,80	395,05
H1 - Pressão neces. na entrada da lateral, em mca	39,46	39,63

ATENÇÃO: Anotar os valores de % Ps gasta, vazão e pressão necessárias na entrada da tubulação lateral (para a situação escolhida), uma vez que estes, serão requerido para a próxima determinação.

VOLTAR

PRÓXIMA: TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO

Figura 5.1C – Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD).


SIRRAD APLICATIVOS			
DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO MÁXIMO DE TUBULAÇÕES DE DERIVAÇÃO (usando a ferramenta Solver)			
Obs.: Mesmo procedimento adotado para a determinação anterior: Ir em Ferramentas/Solver/ a célula de destino agora será a célula N78 (cor azul); definir "Valor de:" e digitar zero, a célula variável será a célula N69 (cor verde) e em Adicionar (campo submeter as restrições) selecionar a célula N69 (cor verde) escolher o sinal maior ou igual a (>=) digitar 1 e clicar em Ok/Resolver/Ok.			
Q ent	=	120,00 l/h	vazão necessária na entrada da lateral, em l/h Obs. Adaptar o ΔZ ao comprimento máximo, até alcançar a situação real
Ps	=	10,00 mca	pressão de serviço do emissor, em mca
% Ps per.	=	10,00 %	% da Ps do emissor permitida para perda de carga na tubulação de derivação
C	=	140,00 adm.	coef. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks	=	0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
ΔZ	=	0,00 m	desnível médio do terreno na direção das tub. Derivação, em m → Obs.: valor negativo para declive
E Lat.	=	5,00 m	espaçamento entre tubulações laterais, em m
E 1ª Lat.	=	2,50 m	espaçamento da primeira tubulação lateral, em m
<input checked="" type="checkbox"/> Assinale aqui, para disposição das tubulações Laterais em ambos os lados da tubulação de Derivação → 			
Di	=	48,10 mm	diâmetro interno da tubulação de derivação, em mm
H1	=	10,02 mca	Pressão na entrada da tubulação lateral mais desfavorável, em mca
% Ps Lat.	=	0,33 %	Porcentagem da pressão de serviço do emissor perdida na linha lateral
Cálculos		X	= 0,5 Eq. de Scopolpi para cálculo de Fa: E 1ª Lat./E Lat.
Di mín	=	1	Di mínimo para uso da eq. de Hazen-Williams
n	=	25,51	nª laterais por derivação (ou lado da derivação)
Q	=	8,50E-04	vazão de entrada da tub. de derivação, em m3/s
Confirmação	=	VERDADEIRO	laterais em ambos os lados da tub. derivação
Q	=	1,70E-03	vazão de entrada para cálculo, em m3/s
m	=	1,852	expoente da equação de perda de carga
J	=	2,20E-02	perda de carga unitária, em m/m
f	=	0,358	fator de redução devido as múltiplas saídas.
L máx 1	=	125,07	comprimento máximo, em m (1ª determinação)
L máx 2	=	127,21	comprimento máximo, em m (2ª determinação)
L máx (1-2)	=	-2,13	diferença do valor de L máx 2 para L máx 1
Resultados gerados (a partir do SOLVER)			
Laterais em ambos os lados da tub. de derivação			
		Valores aquém	Valores além
ΔH máx - Perda de carga máxima permitida			
		1,00	
Nº de laterais possíveis por tubulação de derivação			
		50	52
n - Nº saídas, para cálculo do fator f			
		25	26
Q, vazão neces. na entrada da t. derivação, em l/h			
		6000	6240
f - Fator de redução devido as múltiplas saídas			
		0,358	0,358
L - Comprimento máximo da lateral, em m			
		122,50	127,50
J - Perda de carga unitária, em m/m			
		0,021153133	0,022746807
ΔH - Perda de carga total (real) na tub. de derivação, em m			
		0,927769225	1,037519005
% da Ps do E. gasta como perda de carga tub. derivação			
		9,28	10,38
H1 - Pressão neces. na entrada da t. derivação, em mca			
		10,95	11,06
% da Pressão de serviço do emissor gasta na sub-unidade			
		9,61	10,71
Campos destinados a outras simulações (com uso do 1º banco de dados de entrada)			
L 1, em m		=	80 → → → → → Comprimento máximo da tub.
nº de derivação:		=	16 Nº de pontos de derivação
nº de laterais		=	32 Nº tubulações laterais
L real, em m		=	77,5 Comprimento real da tubulação
Q, em l/h		=	3840 Vazão na entrada derivação
f, adimensional		=	0,363 Fator de redução
J, em m/m		=	0,009255929 Perda de carga unitária
ΔH, em m		=	0,26007833 Perda de carga total
% Ps usada		=	2,60 % da Ps do emissor gasta em perda de carga
Valor dentro da faixa de % Ps per.			
H2, em mca		=	10,28 Pressão no início da tub. Deriv.
% Ps usa. Sub.		=	2,93 % Ps do E. usada sub-unidade
VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO			

Figura 5.2C – Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS	
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO PRINCIPAL	
1º Banco de Dados de Entrada	
Nº Unid. = 1,00 uni.	número de unidades de irrigação em funcionamento simultâneo
Q3 = 3.840,00 l/h	vazão necessária na entrada das unidades de irrigação, em l/h
H3 = 10,28 mca	pressão necessária na entrada da unidade de irrigação mais desfavorável, em mca
L princ. = 50,00 m	comprimento da tubulação principal, em m
ΔZ = 0,00 m	desnível médio do terreno na direção da tub. principal, em m → → Obs.: valor negativo para declive
V máx = 2,00 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação principal, em m/s
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)	
Di cálcul. = 26,06 mm	Diâmetro Interno Calculado
2º Banco de Dados de Entrada	
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm	
Di escolh. = 48,10 mm	
Resultados Gerais	
QT = 3.840,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
J = 9,26E-03 m/m	perda de carga unitária, em m/m
ΔH = 0,46 mca	perda de carga total, em mca
H4 = 10,74 mca	pressão necessária na entrada da tubulação principal
V, em m/s = 0,59	Velocidade média do escoamento
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes	
Di adotado = 48,10 mm →	Diâmetro Interno Adotado
Di mín. pr uso da eq. Hazen-Williams = 1 mm	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior	
VOLTAR A TELA ANTERIOR PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO	

Figura 5.3C – Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS		
DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO NECESSÁRIA NA ENTRADA DA TUBULAÇÃO DE SUCÇÃO		
1º Banco de Dados de Entrada		
QT = 3,840,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h	
H5 = 10,74 mca	pressão necessária na entrada da tubulação adutora, em mca	
L adut. = 5,00 m	comprimento da tubulação de sucção, em m	
ΔZ (alt. Suc) = 3,00 m	altura de sucção, desnível entre o eixo da bomba e o nível d'água, em m → → → →	
V máx = 1,50 m/s	velocidade máxima permitida na tubulação de sucção, em m/s	
C = 140,00 adm.	coefic. de rugosidade de Hazen-Williams para o tipo de material escolhido da tubulação	
Ks = 0,32 adm.	coeficiente de rugosidade de Scobey para o tipo de material escolhido da tubulação	
T. máx = 35,00 °C	temperatura média ou máxima local, em °C	
Altitude = 435,62 m	altitude local, em m	
g = 9,80 m/s ²	aceleração da gravidade, em m/s ²	
Obs.: valor negativo para bomba afogada		
1º Resultado gerado (Diâmetro interno calculado)		
Di calcul. =	30,09 mm	
2º Banco de Dados de Entrada		
Informar o Diâmetro Interno escolhido, em mm		
Di escolh. =	50,00 mm	
H fict. =	18,60 m → → comprimento	
Hv (m) =	0,57 m fictício da	
H alt. (m) =	9,82 m tubulação, em m	
Diâmetro interno adotado nos cálculos subsequentes		
Di adotado =	50,00 mm → Diâmetro Interno Adotado	
Di mín. pl' uso da eq. Hazen-Williams =	1 mm	
Resultados Gerais		
QT = 3,840,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h	V, em m/s = 0,54
H man = 13,88 mca	pressão total necessária (altura manométrica), em mca	Velocidade média do escoamento
NPSH Disp = 6,08 m	NPSH disponível para a altura de sucção, temperatura e atitude informadas, em m	
J = 7,66E-03 m/m	perda de carga unitária, em m/m	
ΔH_s = 0,14 mca	perda de carga total, em mca	
RECOMENDA-SE: Anotar os valores de pressão e vazão, raciocínio anterior		
VOLTAR A TELA ANTERIOR		PRÓXIMA: CONTINUAÇÃO DO PROJETO

Figura 5.4C – Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD).

SIRRAD APLICATIVOS

CONJUNTO MOTOBOMBA

1º Banco de Dados de Entrada

QT	=	3.840,00 l/h	vazão total de projeto, em l/h
H man	=	13,88 mca	altura manométrica, em mca
rendiemntc	=	60,00 %	rendimento do conjunto motobomba, em %
Acres. Pre.	=	0,00 %	acrescimento de pressão, partida do motor, em %

Potência do conjunto motobomba calculado, em cv = 0,33

VOLTAR A TELA ANTERIOR

VOLTAR: APLICATIVOS

Figura 5.5C – Detalhamento do projeto 5 (gerado pelo SIRRAD).

11. Apêndice D

Tutorial simplificado do manual do IrrigaCAD



O Software

O IrrigaCAD

O IrrigaCAD Amanco é um plugin para AutoCAD

Caso o usuário não possua o AutoCAD® instalado no seu computador, e em condições de pleno uso, não será possível utilizar o IrrigaCAD

O IrrigaCAD não interfere nas demais funções do AutoCAD

O IrrigaCAD apenas acrescenta ferramentas que facilitam a realização de projetos de irrigação.

Versões do AutoCAD

O IrrigaCAD Amanco funciona nas versões 2004 à 2016 do AutoCAD

Configurações Mínimas

As configurações mínimas do computador exigidas para a instalação do IrrigaCAD Amanco são:

AutoCAD® 2004 à 2016, 32 bits ou 64 bits, instalado e funcionando

Sistema operacional , Windows XP®, Windows Vista®, Windows 7®, Windows 8®, 32 bits ou 64 bits.

Resolução mínima de placa vídeo de 1024x768 ou 1366 x 768 pixels

Espaço mínimo em disco de 250MB

Acionamento

A barra de ferramentas não será carregada automaticamente. Depois de instalado o IrrigaCAD, é necessário abrir o AutoCAD®.

Na área de trabalho do AutoCAD®, aparecerá um botão aguardando a solicitação do usuário para carregar o IrrigaCAD Amanco e um menu na barra de títulos chamado IrrigaCAD.

O programa pode ser carregado das maneiras descritas a seguir:



Clicando no ícone do IrrigaCAD na barra de ferramentas do AutoCAD®;

Selecionando "Abre o IrrigaCAD" no menu "IrrigaCAD" na barra de títulos do AutoCAD®;

Ao abrir um projeto feito pelo IrrigaCAD

Digitando IRRIGACAD na linha de comando e teclando ENTER

Elementos Gráficos

O IrrigaCAD trabalha com 3 elementos. São eles:

nó - círculo com tamanho editável na configuração. Indica a localização principalmente de: bombas, válvulas e conexões.

trecho - linha ligando 2 nós, representa a tubulação.

blocos - contorno fechados contendo ramais (telescópica) e linhas laterais.

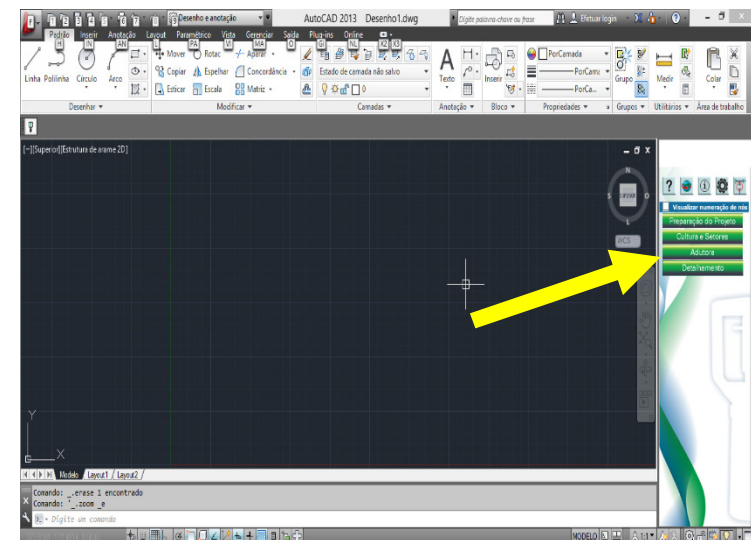
Todos estes elementos são apresentados de maneira simplificada. Para detalhá-los utilize as ferramentas Info e Inserir detalhes prontos.

Apresentando as Ferramentas

Barra de Títulos e Agrupamentos

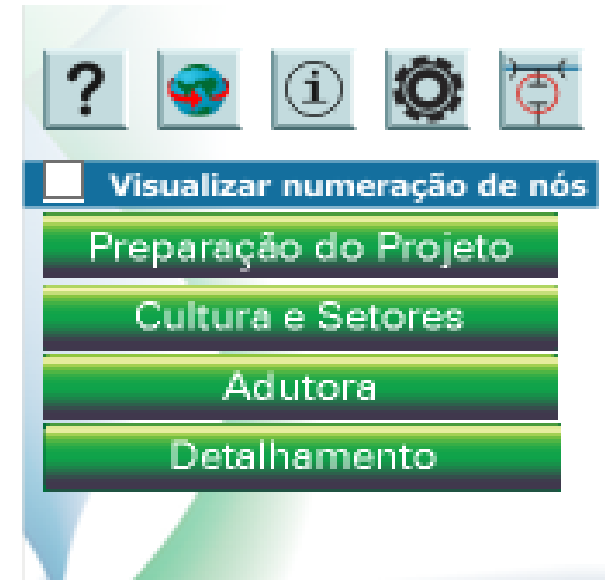
O software será apresentado na forma de uma barra de ferramentas, que poderá ser colocada apenas na posição vertical no AutoCAD®. Esta barra poderá permanecer flutuando ou fixa na lateral da janela de trabalho

A cada etapa do projeto, a barra de ferramentas se adaptará através da seleção de botões que mostram as ferramentas dessa etapa. Apenas um grupo de ferramentas pode ser mostrado de cada vez. Ao selecionar um segundo grupo de ferramentas, o primeiro será fechado automaticamente.



O IrrigaCAD agrupa as ferramentas cujos recursos correspondem a uma mesma etapa de projeto. Os agrupamentos criados são os seguintes O IrrigaCAD agrupa as ferramentas cujos recursos correspondem a uma mesma etapa de projeto. Os agrupamentos criados são os seguintes

1. Ferramentas Fixas;
2. Preparação do projeto;
3. Cultura e setores;
4. Adutora;
5. Detalhamento;



Além destes agrupamentos, teremos um grupo de Ferramentas Fixas, que estarão sempre visíveis na barra de ferramentas, composto por cinco botões fixos. As ferramentas que pertencem a este grupo são:

- Ajuda disponível o Manual completo;
- Atualização Automática;
- Info;
- Configurações;
- Validar algum trecho que não fechou;



“Esta função é importante, por exemplo, para identificar numerações de nós em trechos e na alteração de tubulação (diâmetros, etc.) e para verificação dos cálculos.”

1º Passo antes de começar o projeto pré-definir algumas configurações

Configurações

Cálculo de Adutora

Coef. Hazen-Williams (C): 140.00

Velocidade Limite (m/s): 2.00

Variação de pressão admissível em tubos (%): 0.00

Variação de vazão admissível para bomba (%): 10.00

Tamanho de Peças

Emissores: 2.00

Conexões: 3.00

Outros Elementos: 5.00

Aplicar a todas as peças

Blocos

DN mínimo para telescópica: 35

Vazão Máxima do bloco (m³/h): 85.00

Topografia

Tamanho da Malha (m): 5.00

Escala em Z para malha 3D: 1.00

Utilizar a linha de válvulas: Marrom

Unidade do Projeto: m

Definição de Layers

Salvar e Definir como Padrão | Salvar e Fechar | Cancelar

Annotations:

- Red:** Cálculo de Adutora (Coef. Hazen-Williams (C): 140.00, Velocidade Limite (m/s): 2.00)
- Green:** Blocos (DN mínimo para telescópica: 35, Vazão Máxima do bloco (m³/h): 85.00)
- Yellow:** Gotejamento: Ramal + Laterais + Plantas, Microaspersão: Ramal + Laterais + Plantas, Aspersão: Ramal + Laterais + Raio Mol
- Blue:** Definição de Layers

Text Boxes:

- Red:** Inserir coeficientes e critérios de dimensionamentos compatíveis com o projeto de interesse
- Green:** Diâmetro mínimo do ramal e vazão na subunidade, devido o valor comercial entre o tubo de 35mm e 50mm, ser insignificante. Recomendasse se utilize em irrigação localizada diâmetro mínimo de 50mm.
- Yellow:** Essa opção será sempre utilizada ao longo do projeto, São funções que demonstra em seu projeto as visualizações desejadas.

Dropdown Menu:

- Gotejamento: Ramal + Laterais + Plantas
- Microaspersão: Ramal + Laterais + Plantas
- Aspersão: Ramal + Laterais + Raio Mol
- Apenas Ramal
- Ramal + Laterais
- Ramal + Laterais + Emissores
- Ramal + Laterais + Plantas
- Ramal + Laterais + Raio Molhad

Configuração de Layers ✕

Tubulação	PN40	PN60	PN80	PN125
DN25		Tubo 25-60 ▼	Tubo 25-80 ▼	
DN32		Tubo 32-60 ▼	Tubo 32-80 ▼	
DN35	Tubo 35-40 ▼	Tubo 35-60 ▼		
DN50	Tubo 50-40 ▼	Tubo 50-60 ▼	Tubo 50-80 ▼	
DN75	Tubo 75-40 ▼	Tubo 75-60 ▼	Tubo 75-80 ▼	
DN100	Tubo 100-40 ▼	Tubo 100-60 ▼	Tubo 100-80 ▼	Tubo 100-125 ▼
DN125	Tubo 125-40 ▼	Tubo 125-60 ▼	Tubo 125-80 ▼	
DN150	Tubo 150-40 ▼	Tubo 150-60 ▼	Tubo 150-80 ▼	Tubo 150-125 ▼
DN200		Tubo 200-60 ▼	Tubo 200-80 ▼	Tubo 200-125 ▼
DN250		Tubo 250-60 ▼	Tubo 250-80 ▼	Tubo 250-125 ▼
DN300		Tubo 300-60 ▼	Tubo 300-80 ▼	Tubo 300-125 ▼
DN350		Tubo 350-60 ▼	Tubo 350-80 ▼	Tubo 350-125 ▼
DN400		Tubo 400-60 ▼	Tubo 400-80 ▼	Tubo 400-125 ▼
DN500		Tubo 500-60 ▼	Tubo 500-80 ▼	Tubo 500-125 ▼

Outros Elementos (bomba, válvulas, conexões, etc.) Conexões ▼

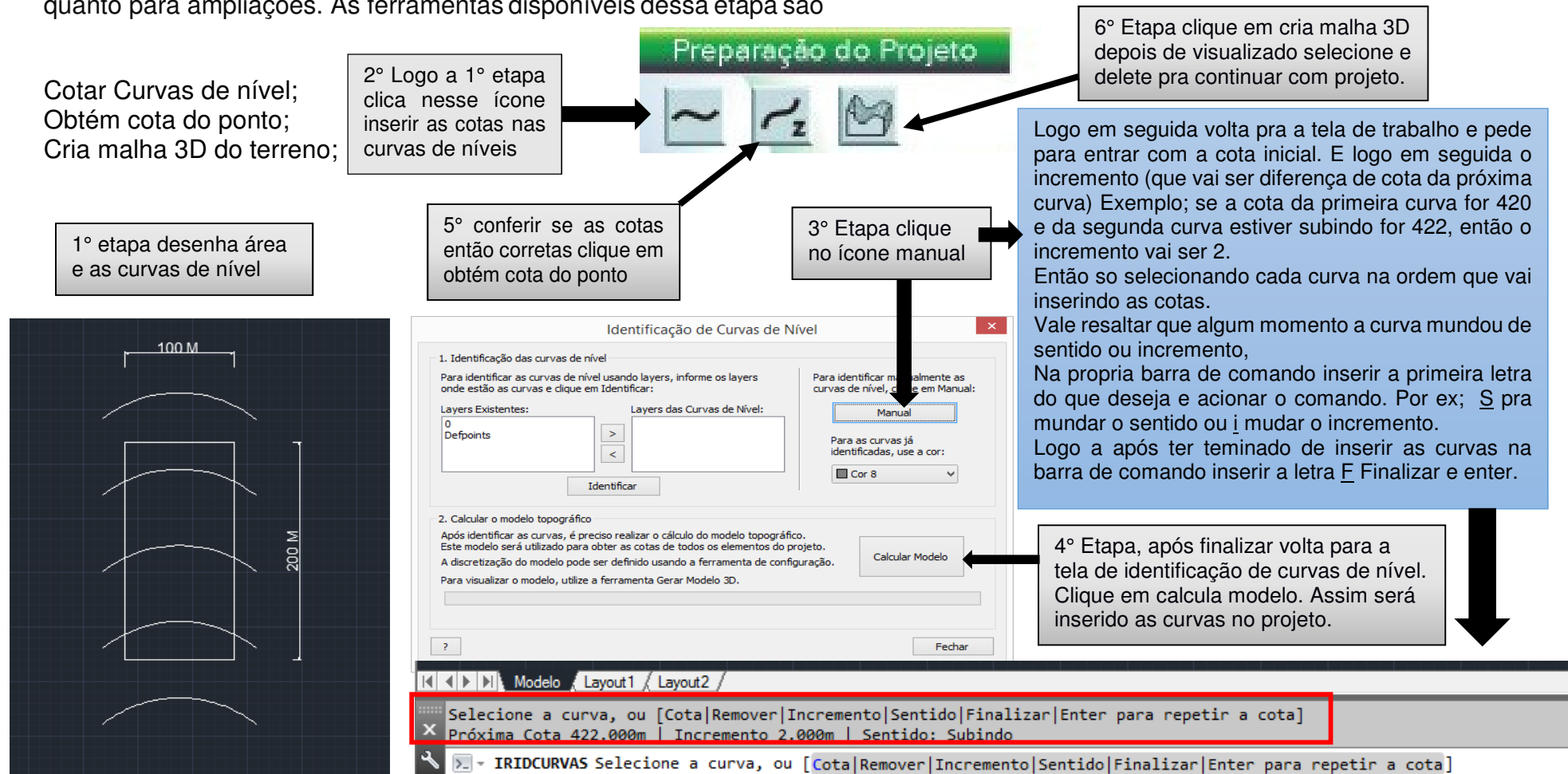
Textos Usar mesmo layer da tubulação
 Usar o layer Textos ▼

Criar layers padrões do IrrigaCAD
OK
Cancelar

Ideal que sempre criar layers padrão do IrrigaCAD antes ou sempre que abrir o projeto novamente, onde vai poder visualizar as tubulações com suas determinadas cores. Logo após clique em ok, voltando para tela principal da configuração salvar e fechar.

2º Passo Preparação do projeto

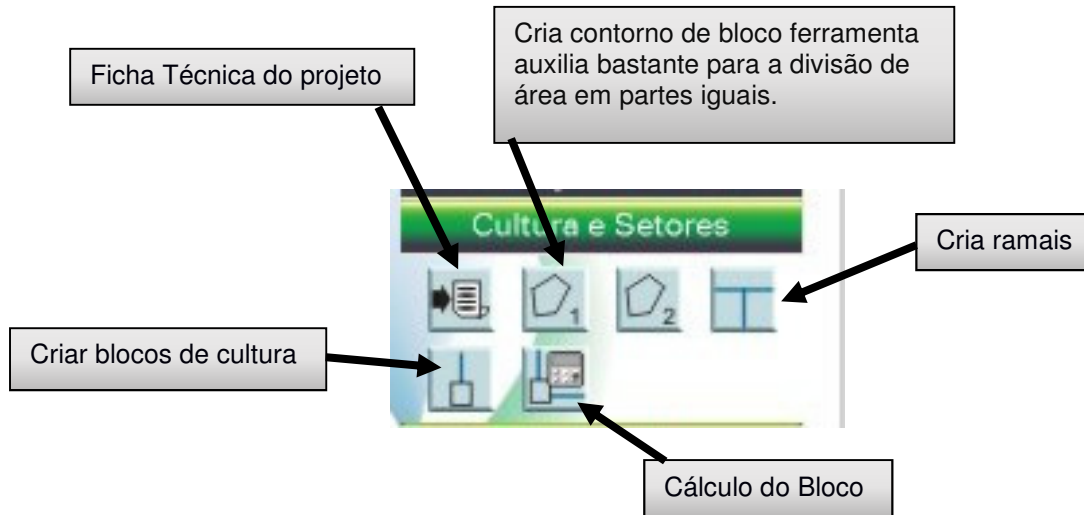
A preparação do projeto é a primeira etapa de projeto e consiste basicamente em identificar curvas de nível e criar a malha do terreno. Estas ferramentas são voltadas ao tratamento de elementos gráficos com o fim de ser utilizados pelo software, tanto para novos sistemas quanto para ampliações. As ferramentas disponíveis dessa etapa são



3º Passo Cultura e setores


Esta etapa apresenta ferramentas voltadas ao lançamento dos dados de projeto. Os trechos de rede de água e os nós existentes nela são lançados através das ferramentas deste grupo.

São elas:



Ao clicar em ficha técnica do projeto 

Ideal que preencha as informações



Ficha Técnica

Dados de entrada

Cliente

Fazenda

Local:

Contato:

Projetista: Data:

Obs.:

Cultura:

Depois de inserir as informações do cliente.
Agora vamos inserir informações da cultura

AMANCO

? Exportar Fechar

Este comando irá abrir um quadro onde serão informados os dados técnicos sobre o projeto, montando assim uma ficha técnica

Ficha Técnica
✕

Irrigação

Cultura: Área: ha

MicroIrrigação:

Evapotranspiração de Referência: mm/mês

Coefficiência de Cultivo(Kc):

Evaporação Potencial (ETP): mm/mês

Tempo de Irrigação: Dias

Fator de cobertura: %

Eficiência do Sistema:

Lâmina líquida diária: mm/dia

Tempo de Operação por Dia (h):

Espaçamento entre Plantas : m

Linhas de Plantio:

Número de Linhas por Planta: 1 2

Espaçamento entre Ruas: m

Espaço entre emissores : m

Espaço entre Linhas de Emissores: m

Número de Emissores por Planta:

Próximo

Ficha Tecnica

FICHA TÉCNICA

A - INFORMAÇÕES GERAIS

Nome da cultura: MANGA
 Sistema: Microaspersão
 Área irrigada: 2.00 hec

B - DADOS DA CULTURA


Evapotranspiração(Eto): 198.00 mm/mês
 Dias de Irrigação mês: 30 dias
 Coeficiente de cultivo (Kc): 1.00
 Lâmina Líquida diária: 6.60 mm
 Lâmina Bruta diária: 7.33 mm
 Tempo operação diária: 12.67 h

Espaçamento de plantio:
 Entre Plantas: 4.00 m
 Entre Ruas: 6.00 m
 Área por Planta: 24.00 m

Cancelar

Após entrar com estes dados, clique em Próximo para entrar com outros os

Escolha nesta lista o tubo que será usado nas linhas laterais no projeto, após isto clique em Próximo para continuar com o cálculo



Ficha Técnica

✕

Tubo lateral

Escolha o tubo adotado para as linhas laterais:

- Tubo de Polietileno PELBD 1035 PN40
- Tubo de Polietileno PELBD 1330 PN20
- Tubo de Polietileno PELBD 1335 PN30
- Tubo de Polietileno PELBD 1342 PN40
- Tubo de Polietileno PELBD 1435 PN30
- Tubo de Polietileno PELBD 1630 PN20
- Tubo de Polietileno PELBD 1630 PN20
- Tubo de Polietileno PELBD 1633 PN25
- Tubo de Polietileno PELBD 1635 PN30

Tubo selecionado:
Tubo de Polietileno PELBD 1035 PN40

Anterior
Próximo

Ficha Técnica

FICHA TÉCNICA

A - INFORMAÇÕES GERAIS

Nome da cultura: MANGA
Sistema: Microaspersão
Área irrigada: 2.00 hec

B - DADOS DA CULTURA

Evapotranspiração(Eto): 198.00 mm/mês
Dias de Irrigação mês: 30 dias
Coeficiente de cultivo (Kc): 1.00
Lâmina Líquida diária: 6.60 mm
Lâmina Bruta diária: 7.33 mm
Tempo operação diária: 12.67 h
Espaçamento de plantio:
 Entre Plantas: 4.00 m
 Entre Ruas: 6.00 m
Área por Planta: 24.00 m
Tubo Lateral: Tubo de Polietileno PELBD 1035 PN40

C - DADOS DO EMISSOR

Tipo de emissor:
Vazão Nominal: 0.00 lph
Pressão de Operação : 15.00 mca
Intervalo de pressão : 12.75 a 17.25 mca
Sistema : Linha Simples
Espaçamento entre Emissores: 4.00 m
Espaçamento entre Linhas: 6.00 m
Comprimento máximo da linha lateral: 500.00 m


D - DADOS DE APLICAÇÃO DE ÁGUA

Núm. de Emissores/Planta: 1.00

Cancelar

Escolha na lista o tipo de microaspersor a ser usado na irrigação e clique em Próximo para continuar com o cálculo.

Ficha Técnica ✕



Familia	Emissor	Qa ... [△]	Raio ... [^]
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO Médio Alcanc...	43.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO Médio Alcanc...	48.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor Fixo 360° com 16 Jatos Be...	48.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor Fixo Sólido Bege	48.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO Normal Anti-l...	48.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO Invertido Baila...	48.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor Fixo 330° com 11 Jatos B...	48.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO Normal Deflet...	48.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO Normal Anti-i...	48.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO Normal Bailari...	48.0	1.0
NOVO Micro...	BEGE	50.0	3.1
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO Normal Anti-i...	55.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO A.C.MFNACDF...	55.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor AMANCO A.C.MFNACAI...	55.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersor Fixo Sólido - Auto Compes...	55.0	1.0
MicroAspers...	Microaspersos Fixo 330° com 16 Jatos	55.0	1.0

Emissor selecionado:
BEGE

Anterior
Próximo

Ficha Técnica

FICHA TÉCNICA

A - INFORMAÇÕES GERAIS

Nome da cultura: MANGA
Sistema: Microaspersão
Área irrigada: 2.00 hec

B - DADOS DA CULTURA

Evapotranspiração(Eto): 198.00 mm/mês
Dias de Irrigação mês: 30 dias
Coeficiente de cultivo (Kc): 1.00
Lâmina Líquida diária: 6.60 mm
Lâmina Bruta diária: 7.33 mm
Tempo operação diária: 12.67 h
Espaçamento de plantio:
Entre Plantas: 4.00 m
Entre Ruas: 6.00 m
Área por Planta: 24.00 m
Tubo Lateral: Tubo de Polietileno PELBD 1633 PN25

C - DADOS DO EMISSOR

Tipo de emissor: BEGE
Vazão Nominal: 50.07 lph
Pressão de Operação : 15.00 mca
Intervalo de pressão : 12.75 a 17.25 mca
Sistema : Linha Simples
Espaçamento entre Emissores: 4.00 m
Espaçamento entre Linhas: 6.00 m
Comprimento máximo da linha lateral: 56.00 m

D - DADOS DE APLICAÇÃO DE ÁGUA

Núm. de Emissores/Planta: 1.00

Cancelar

Ficha Técnica

Resultados

Pressão de Operação: mca

Varição Máxima de Pressão: %
 a mca

Perda Total: mca

Perda Desejada na Linha Lateral: % mca

Perda Desejada na Telescópica: % mca

Comprimento Máximo da Linha Lateral: m

Número de Subsetores:

Ficha Técnica

FICHA TÉCNICA

A - INFORMAÇÕES GERAIS

Nome da cultura: MANGA
Sistema: Microaspersão
Área irrigada: 2.00 hec

B - DADOS DA CULTURA

Evapotranspiração(Eto): 198.00 mm/mês
Dias de Irrigação mês: 30 dias
Coeficiente de cultivo (Kc): 1.00
Lâmina Líquida diária: 6.60 mm
Lâmina Bruta diária: 7.33 mm
Tempo operação diária: 12.67 h
Espaçamento de plantio:
Entre Plantas: 4.00 m
Entre Ruas: 6.00 m
Área por Planta: 24.00 m
Tubo Lateral: Tubo de Polietileno PELBD 1633 PN25

C - DADOS DO EMISSOR

Tipo de emissor: BEGE
Vazão Nominal: 50.07 lph
Pressão de Operação : 15.00 mca
Intervalo de pressão : 13.50 a 16.50 mca
Sistema : Linha Simples
Espaçamento entre Emissores: 4.00 m
Espaçamento entre Linhas: 6.00 m
Comprimento máximo da linha lateral: 48.00 m

D - DADOS DE APLICAÇÃO DE ÁGUA

Núm. de Emissores/Planta: 1.00

Em resultados ideal que preencha pressão de operação e variação máxima de pressão
E verificar qual comprimento máximo da linha lateral que a partir desse dado onde se já começa a estudar como deve ser as divisões da área.
Clica em aplicar para salvar.

Ficha Técnica

Dados de entrada

Cliente:
 Fazenda:
 Local:
 Contato:
 Projetista: Data:
 Obs.:
 Cultura: MANGA ▼

Criar Cultura
Editar
Excluir

Ficha Técnica

FICHA TÉCNICA

A - INFORMAÇÕES GERAIS

Nome da cultura: MANGA
 Sistema: Microaspersão
 Área irrigada: 2.00 hec

B - DADOS DA CULTURA

Evapotranspiração(Eto): 198.00 mm/mês
 Dias de Irrigação mês: 30 dias
 Coeficiente de cultivo (Kc): 1.00
 Lâmina Líquida diária: 6.60 mm
 Lâmina Bruta diária: 7.33 mm
 Tempo operação diária: 12.67 h
 Espaçamento de plantio:
 Entre Plantas: 4.00 m
 Entre Ruas: 6.00 m
 Área por Planta: 24.00 m
 Tubo Lateral: Tubo de Polietileno PELBD 1633 PN25

C - DADOS DO EMISSOR

Tipo de emissor: BEGE
 Vazão Nominal: 50.07 lph
 Pressão de Operação : 15.00 mca
 Intervalo de pressão : 13.50 a 16.50 mca
 Sistema : Linha Simples
 Espaçamento entre Emissores: 4.00 m
 Espaçamento entre Linhas: 6.00 m
 Comprimento máximo da linha lateral: 48.00 m

D - DADOS DE APLICAÇÃO DE ÁGUA

Núm. de Emissões/Planta: 1.00

Após ter inserido todas a informações volta-se pra tela principal de dados de entrada onde já pode criar outra cultura, editar ou excluir.

Aqui ao lado tem -se um relatório de ficha técnica que pode ser exportar

?
Exportar
Fechar

4° Passo Criar contorno de bloco

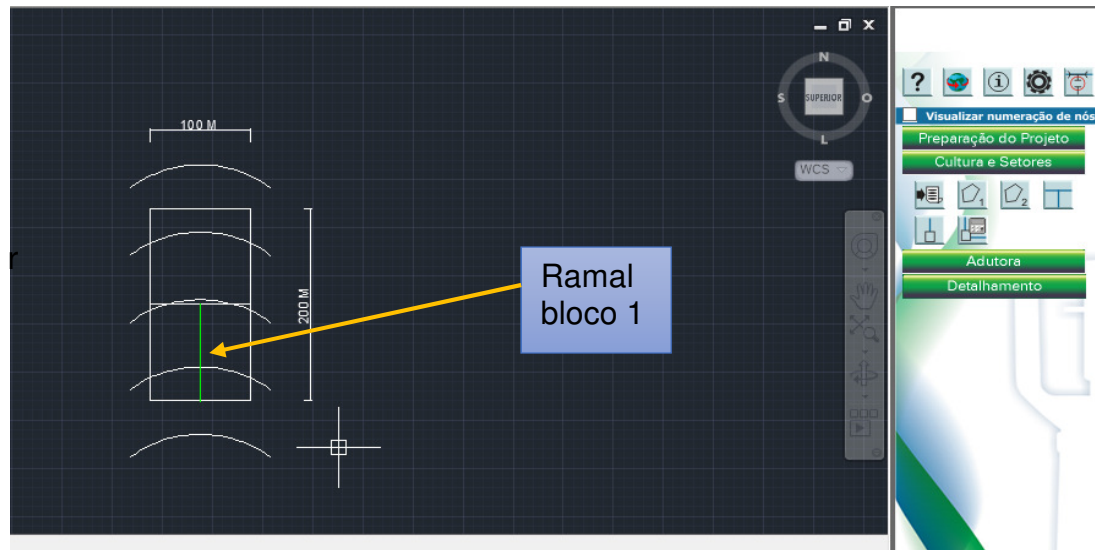


Este comando cria um grupo de blocos dentro de uma área gerada através de quatro pontos informando um perímetro na tela. Por exemplo essa função tem a possibilidade de dividir a área em partes iguais, se tem um área de 1,0 há queira dividir em 2 partes iguais, basta clicar no comando e pede pra informar o perímetro desejável pra divisão e logo a após inserir a quantidade desejada e a depender se for na vertical ou horizontal basta um clicar no botão esquerdo do mouse para o sentido desejado antes de finalizar o comando com um enter ou esc.

5° Passo Criar Ramais



O comando Criar ramais será utilizado para criar o ramal que alimenta um determinado bloco. O perfil do ramal pode ser tanto uma linha reta ou inclinada, como um perfil composto por várias retas em direções diferentes. Lembrando que não se deve cruzar o ramal.



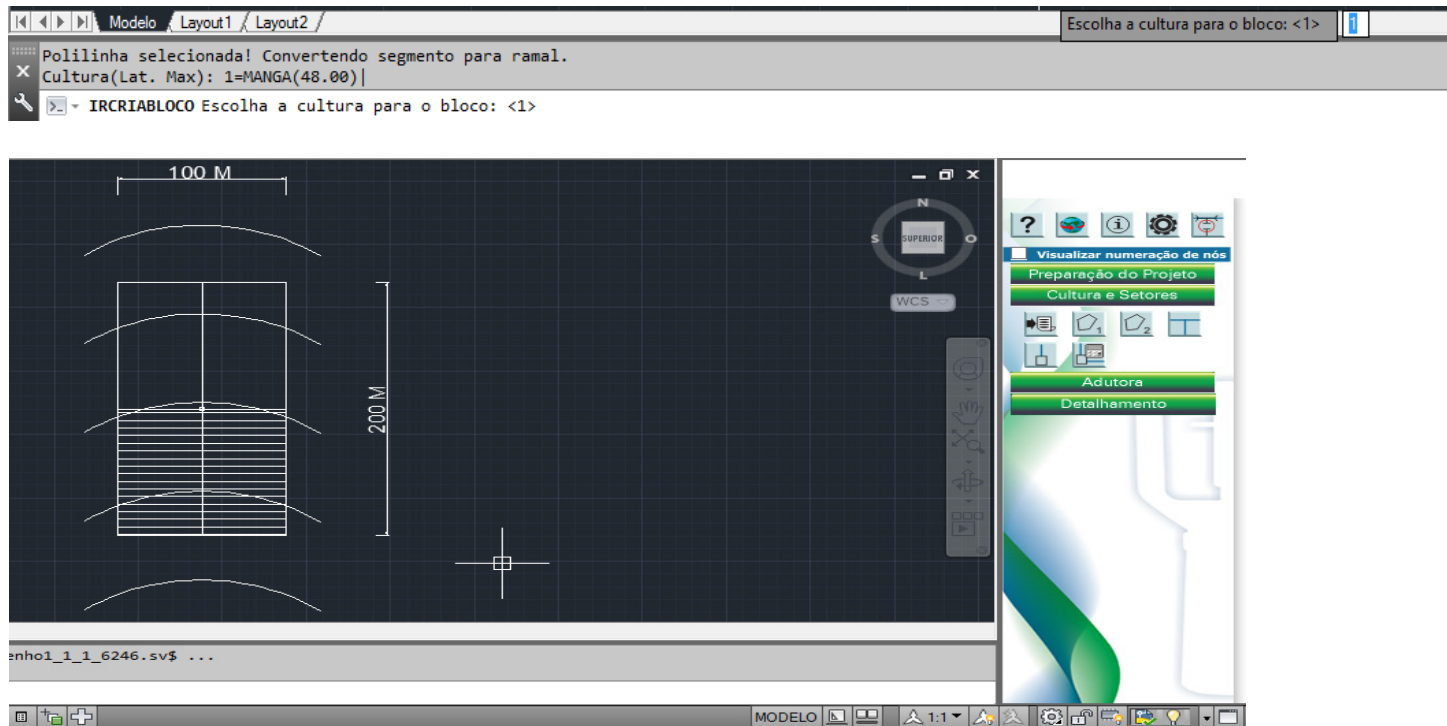
Clique no comando criar ramais
Indique o primeiro ponto que se inicia o ramal e segundo ponto ou último ponto. Termine com enter ou esc.

6° Passo Criar blocos de cultura



Cria a malha, que representa a tubulação e posicionamento do sistema de microirrigação, baseado na cultura definida, no contorno do bloco, nas linhas de plantio e no ramal selecionado

Ao clicar em criar ramais, selecione o ramal que alimentará o bloco [Ramal, polilinha ou linha]; após isso escolha a cultura para o bloco logo abaixo na barra de comando tem uma descrição, mas detalhadas das culturas que foi criado e seu comprimento máximo da linha lateral. Então indique e numeração da cultura e enter; logo em seguida selecione o bloco do ramal; e depois com ajudar do mouse indique a direção das linhas laterais.



7º Passo Cálculo de bloco



Este comando, com base no bloco já criado, calcula todo o sistema de microirrigação, trazendo informações sobre vazão, pressão, comprimento e a composição da tubulação telescópica a ser utilizada.

Então se clica no comando de cálculo de bloco e seleciona o bloco do ramal e já se abre essa tela com todas as informações de vazão e pressão de entrada etc. importante já começa colocar nome do bloco para no final não dá erro.

Calculo de Bloco

Nome do Bloco: 0

Cultura: MANGA

Resumo da Cultura

FICHA TÉCNICA

A - INFORMAÇÕES GERAIS

Nome da cultura: MANGA
Sistema: Microaspersão
Área irrigada: 2.00 hec

B - DADOS DA CULTURA

Evapotranspiração(Eto): 198.00 mm/mês
Dias de Irrigação mês: 30 dias
Coeficiente de cultivo (Kc): 1.00
Lâmina Líquida diária: 6.60 mm
Lâmina Bruta diária: 7.33 mm
Tempo operação diária: 12.67 h
Espaçamento de plantio:
Entre Plantas: 4.00 m
Entre Ruas: 6.00 m
Área por Planta: 24.00 m
Tubo Lateral: Tubo de Polietileno PELBD 16:

C - DADOS DO EMISSOR

Tipo de emissor: BEGE
Vazão Nominal: 50.07 lph
Pressão de Operação : 15.00 mca
Intervalo de pressão : 13.50 a 16.50 mca
Sistema : Linha Simples
Espaçamento entre Emissores: 4.00 m
Espaçamento entre Linhas: 6.00 m
Comprimento máximo da linha lateral: 48.00 m

D - DADOS DE APLICAÇÃO DE ÁGUA

Linhas Laterais

Linha	Emissores	Comp. (m)	Vazão (L/h)	Hf (mca)	Pressão I (mca)	Pressão F (mca)
1-E	13	50.00	650.93	1.91	16.38	14.47
1-D	13	50.00	650.93	1.91	16.38	14.47
2-E	13	50.00	650.93	1.91	16.34	14.43
2-D	13	50.00	650.93	1.91	16.34	14.43
3-E	13	50.00	650.93	1.91	16.30	14.40
3-D	13	50.00	650.93	1.91	16.30	14.40
4-E	13	50.00	650.93	1.91	16.17	14.26
4-D	13	50.00	650.93	1.91	16.17	14.26
5-E	13	50.00	650.93	1.91	16.05	14.14

Telescópica

Se...	DN	Tubo	Vazão (l/h)	Velo...	Pressão I (...)	Pressão F (...)	Cota I (m)
0-1	100	Tubo PN40 Ponta/Bol...	22131.66	0.82	16.42	16.38	0.00
1-2	100	Tubo PN40 Ponta/Bol...	20829.80	0.77	16.38	16.34	0.00
2-3	100	Tubo PN40 Ponta/Bol...	19527.94	0.73	16.34	16.30	0.00
3-4	75	Tubo PN40 Ponta/Bol...	18226.07	1.23	16.30	16.17	0.00
4-5	75	Tubo PN40 Ponta/Bol...	16924.21	1.14	16.17	16.05	0.00
5-6	75	Tubo PN40 Ponta/Bol...	15622.35	1.05	16.05	15.95	0.00
6-7	75	Tubo PN40 Ponta/Bol...	14320.49	0.96	15.95	15.86	0.00
7-8	75	Tubo PN40 Ponta/Bol...	13018.62	0.88	15.86	15.79	0.00
8-9	75	Tubo PN40 Ponta/Bol...	11716.76	0.79	15.79	15.73	0.00

Vazão do Bloco (l/h): 22131.66 Pressão na Entrada (mca): 16.42

Pressão fora do intervalo
Pressão máxima
Pressão mínima

Exportar Recalcular Aplicar Fechar

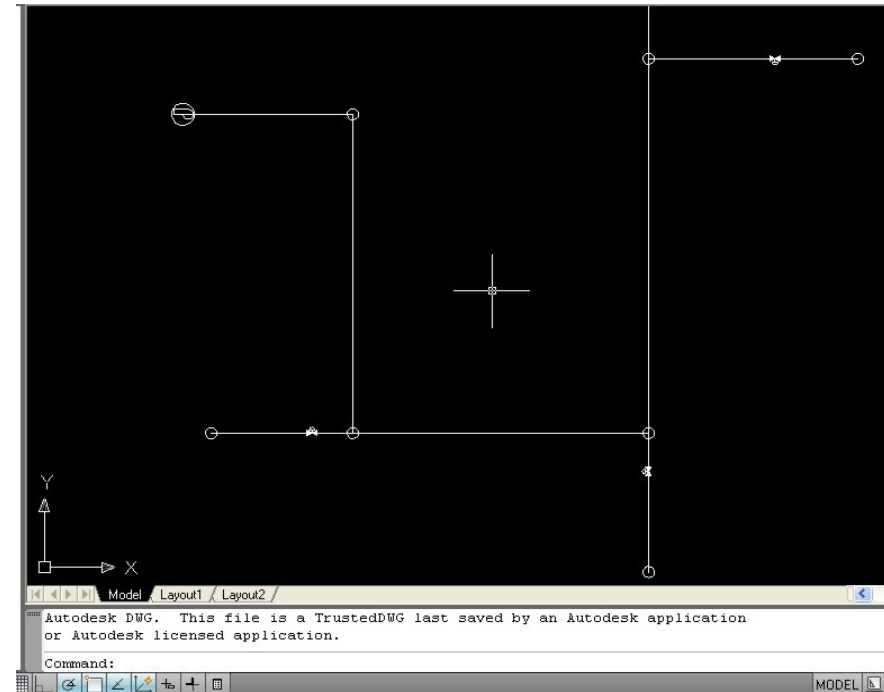
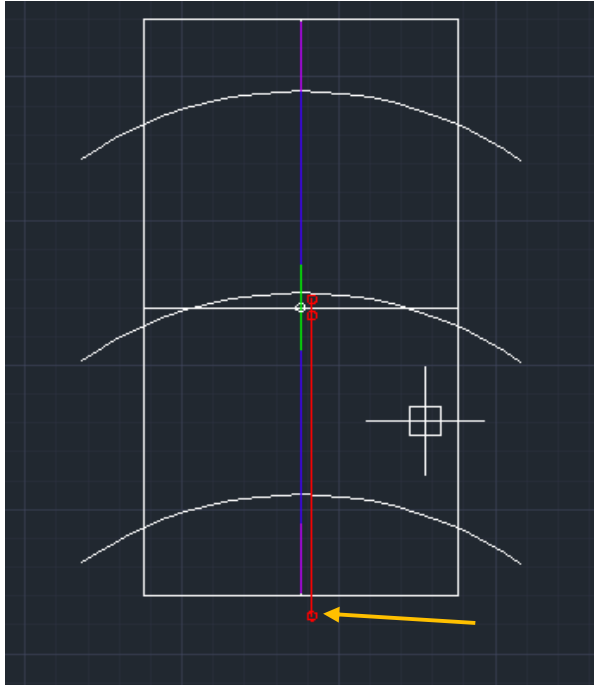
Na telescópica tem a opção de ajustar as tubulações dentro dos padrões técnicos viabilizando um projeto mais econômico ou algumas situações onde já existir tubulações predefinidas. Sempre fizer alguma mudança recalcule. Logo abaixo tem uma legenda com classificação de cores a depender pressão.


Passo Adutora

8º Criar trechos

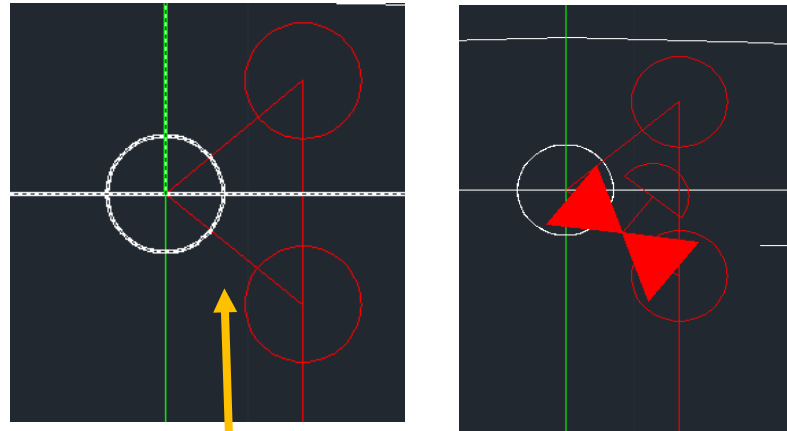


Este comando permite criar os trechos que serão convertidos em tubulações principais, secundárias e adutora.



Cada trecho criado de acordo com as necessidades vai tendo os nós . Para interligar um trecho ao outro deve se clicar no comando criar trechos e enter e selecionar o nó, opção C ativada para conectar a uma conexão ou trecho existente, selecione um trecho ou No já existente. Exemplo interliga adutora no ramal

Exemplo interliga adutora no ramal



9º Passo criar as válvulas



Este comando permite inserir uma válvula sobre um trecho já criado ou isolado no projeto.

Selecione um trecho ou Enter para inserção isolada:

Comando aguardando a seleção de um trecho ou de ponto na tela.

Clique para posicionar a singularidade ou indique a distância a ser corrigida

Nome: Insira o nome para a identificação da válvula...

Cota do terreno: O comando irá ler de forma automática a cota do terreno onde a válvula será posicionada, lembrando que para isto será necessário ter as curvas de nível identificadas pelo comando cotar curvas de nível.

Perda de carga: Informe ao comando o valor para a perda de carga neste setor.

Inserção de Válvula	
Nome:	<input type="text"/>
Cota do Terreno:	<input type="text"/>
Perda de Carga:	<input type="text" value="6,00"/>
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

10º Passo criar bombas

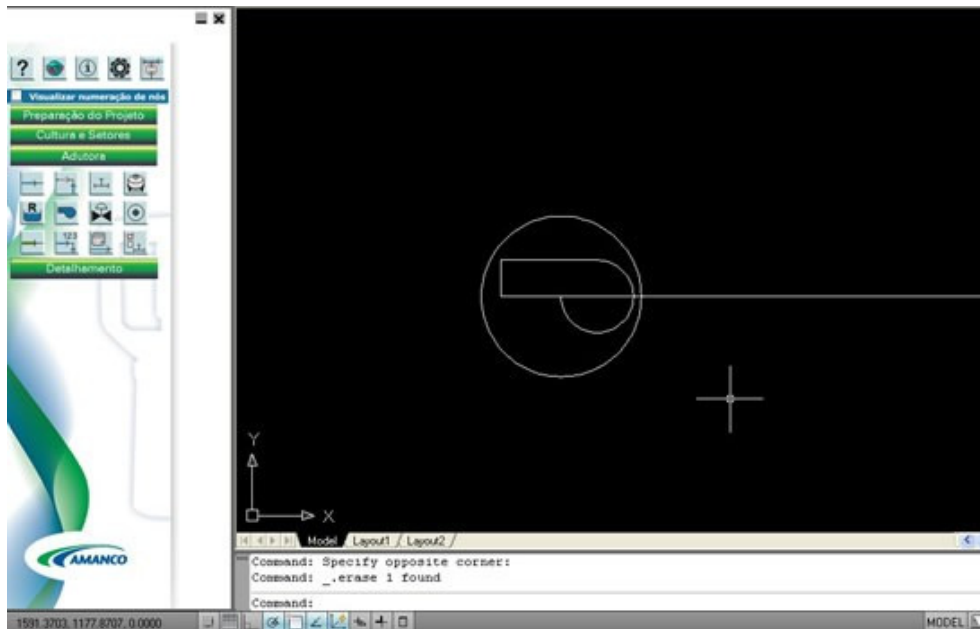


Este comando permite que seja inserida uma bomba em um trecho ou isolada no projeto.

Após posicionar a bomba, surgirá uma caixa de diálogo onde deverão ser inseridos os dados sobre a bomba.

Nome Entre com nome da bomba.

Cota do terreno: O comando irá ler de forma automática a cota do terreno onde a bomba será posicionada, lembrando que para isto será necessário ter as curvas de nível identificadas pelo comando cotar curvas de nível.



Obs.: o que ficou de trecho antes da bomba seleciona e deleta

11° Passo criar cabeçal de controle



Este comando permite inserir um símbolo que representa o cabeçal de controle sobre um trecho já criado.

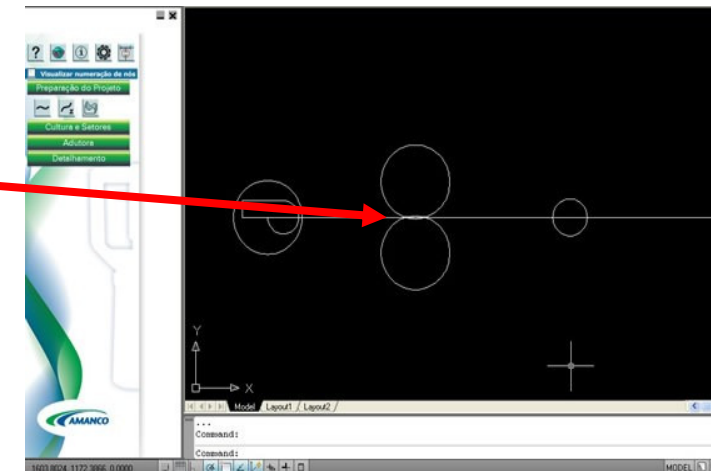
Após posicionar o cabeçal, surgirá uma caixa de diálogo com as seguintes opções:
 Comando aguardando a seleção de um trecho ou de ponto na tela
 Clique para posicionar a singularidade ou indique a distância a ser corrigida

Nome: Insira o nome para a identificação do cabeçal.

Cota do terreno: O comando irá ler de forma automática a cota do terreno onde o cabeçal será posicionado, lembrando que para isto será necessário ter as curvas de nível identificadas pelo comando cotar curvas de nível.

Perda de carga: Neste quadro deverá ser informada a perda de carga neste trecho.

Nesta imagem temos o posicionamento do símbolo do cabeçal.



12º Passo Cálculo da adutora



Este comando realiza o cálculo de todo o sistema, desde sua captação até a alimentação dos blocos de cultura.

Vai-se abrir essa primeira tela em branco sem nenhum calculo e deve se gerenciar os setores aonde vai montar os setores de irrigação a depender da quantidade de válvulas desejável dentro dos padrões técnicos viabilizando a forma mais econômica

The image shows three sequential screenshots of a software interface for irrigation system management.

1º tela clique em gerenciar setores
 The first screenshot shows the 'Calculo Adutora' window. The 'Gerenciar Setores' button is highlighted with a red box. An arrow points from this button to the second screenshot.

2º tela seleccione valvula desejadas para inserir neste setor
 The second screenshot shows the 'Gerenciar setor' window. The 'Nome do Setor' field is highlighted with a red box. Below it, there are two tables: 'Blocos não Utilizados' and 'Blocos inseridos neste Setor'. The 'v2' row in the first table is highlighted with a red circle. An arrow points from this row to the 'Criar Setor' button at the bottom right, which is also highlighted with a red box.

3º Depois de terminar o setores
 The third screenshot shows the 'Gerenciar setor' window after the sectors have been created. The 'Setores Criados' table is visible, showing two sectors: SETOR 1 and SETOR 2. The 'Fechar' button at the bottom right is highlighted with a red box. An arrow points from this button to the text '3º Depois de terminar o setores'.

Blocos e Setores de Operação

Lista contendo todos os dados sobre os blocos e Setores já calculados

Calculo Adutora

Dados da Bomba

Marca: THEBE Potência (cv): 5.0
 Modelo: THS-18 Rotação (rpm): 3500.0
 Dia. Rotor (mm): 0.00 Dia. Sucção (pol.): 4.0
 Rendimento (%): 60.00 Dia. Saída (pol.): 3.0
 Quantidade: 1 Cota Terreno (m): 0.00
 Motor Elétrico: | Altura Sucção (m): 6.00
 Outras Perdas(mca): 0.00

Resultados

HMT(mca): 32.48 Vel. Sucção (m/s): 0.76
 Vazão por Bomba (m³/h): 22.13 Vel. Saída (m/s): 1.35
 Cons. Eixo (cv): 4.44
 Potência Transf. (Kva): 4.40

Blocos e Setores de Operação

Setor	Vazão Set...	Válvula	Bloco	Cultura	Vazão (m³...)	Pressão (mca)
SETOR 1	22.13	v1	b1	MANGA	22.13	16.82
SETOR 2	22.13	v2	b2	MANGA	22.13	16.82

Visualizar pressão referente ao setor: SETOR 1 **Gerenciar Setores**

Tabela do Memorial

Trecho	DN	Peça	Comprime...	Vazão (m³/h)	Pressão Estática	Velocidade (m/s)	HF (mca)	Desnível (m)	Pressão Montante	Pressão Juzante	Pressão Ne...
Bomb...	75	75 Tubo PN40 Ponta/Bolsa S...	3.07	22.13	0.00	1.49	0.10	0.00	26.48	26.38	-
Filtrag...	75	75 Tubo PN40 Ponta/Bolsa S...	99.94	22.13	0.00	1.49	3.22	0.00	22.38	19.16	-
1 - v1	75	75 Tubo PN40 Ponta/Bolsa S...	2.28	22.13	0.00	1.49	0.07	0.00	19.16	19.08	-
v1 - b1	75	75 Tubo PN40 Ponta/Bolsa S...	2.28	22.13	0.00	1.49	0.07	0.00	17.08	17.01	16.82

● Ponto Crítico ● Trecho com pressão acima do admissível do tubo

Reiniciar **Exportar** **Recalcular** **Fechar**

OBS; nessa tela final onde se obtém os dados do projeto logo após ter montador os setores de irrigação.

Com resultados da perda de carga total e vazão da bomba m³/h.

Logo ter inserido o rendimento da bomba já se tem o se um resultado da potência da bomba em cons. Eixo (cv).

Após identificado qual bomba comercial ideal através de catálogos, preencher os dados da bomba potência em (cv), de acordo com padrões técnicos informe o diâmetro de sucção e diâmetro de recalque (saída) e altura sucção. Logos após terá resultados de velocidade de sucção e recalque.

Mesmo o programa informando a tubulação que próprio calculou, o projetista a depender da situação tem a possibilidade de alterar a tubulação da adutora.

Entre com os dados referente a(s) bomba(s) que serão utilizadas para alimentar as adutoras.

Resultado da Bomba:

DETALHAMENTO

13º Passo quantitativo



Este comando permite a criação de lista e ou tabelas com todos os materiais usados no projeto, discriminando as peças selecionadas, permitindo que a tabela apresentada seja adicionada ao projeto como um bloco ou exportada para arquivo de texto, html ou planilha de cálculo

Tabelas - Quantitativo / Legenda

Aplicar margem aos tubos de: % Nome da Seleção: Seleções Salvas:

No.	Material	Código	Produto	Qtde Calcula...	Qtde c/ Mar...	Qtde Arred P...
1	Tubo de Polietileno	17329	Tubo de Polietileno PELBD 1633 PN25	3400	3400	3600
2	Conexão de Polietilenc	15015	Tubo de Polietileno Linear de Baixa Densidade 0551 PN110	210,24	210,24	500
3	Conexão de Polietilenc	93308	Início de Linha para Tubo PELBD 16	68	68	100
4	Conexão de Polietilenc	93067	Anel de Borracha para Início de Linha 13-16	68	68	100
5	Conexão de Polietilenc	15002	Fim de Linha para Tubo PELBD 16	68	68	100
6	Tubo de PVC	10839	Tubo PN40 Ponta/Bolsa SD 50	8.21	8.21	10
7	Tubo de PVC	10840	Tubo PN40 Ponta/Bolsa SD 75	46.83	46.83	48
8	Conexão de PVC	10762	Redução Soldável 75x50	2	2	10
9	Emissor	04	BEGE	884	884	884

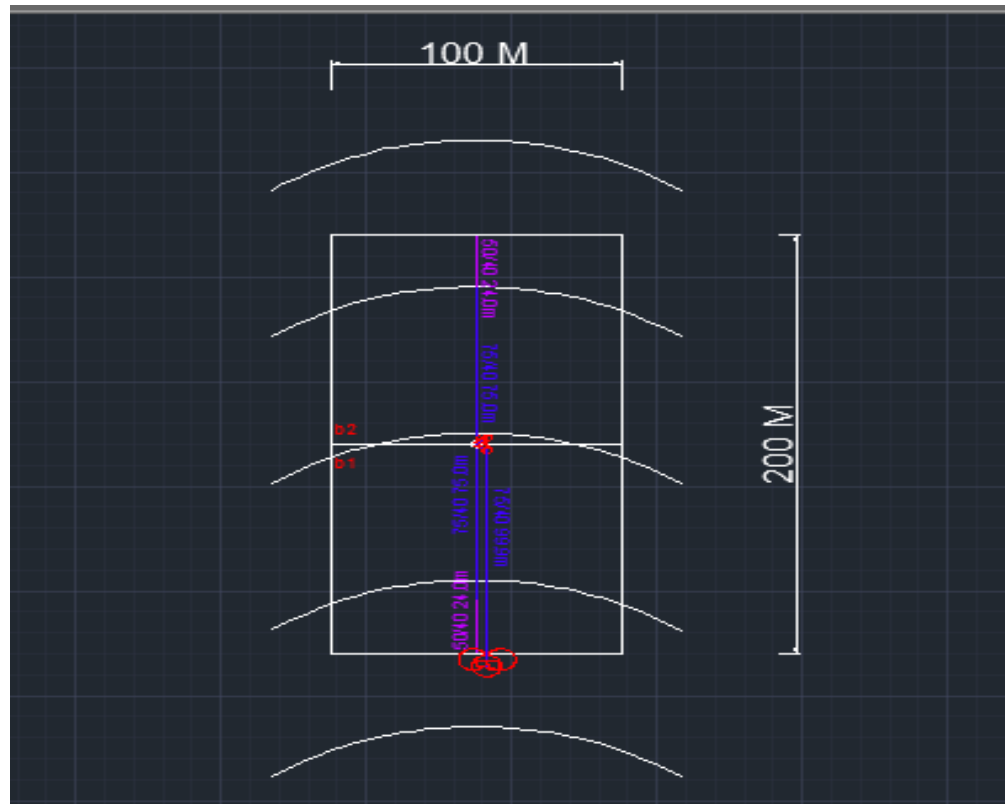
Usar Modelo:

14° Passo inserir texto

Este comando permite a inserção de um texto com as informações sobre o trecho selecionado
Selecione um trecho para criar a indicação: Comando aguardando a seleção do trecho Selecione

um Trecho para criar a indicação:

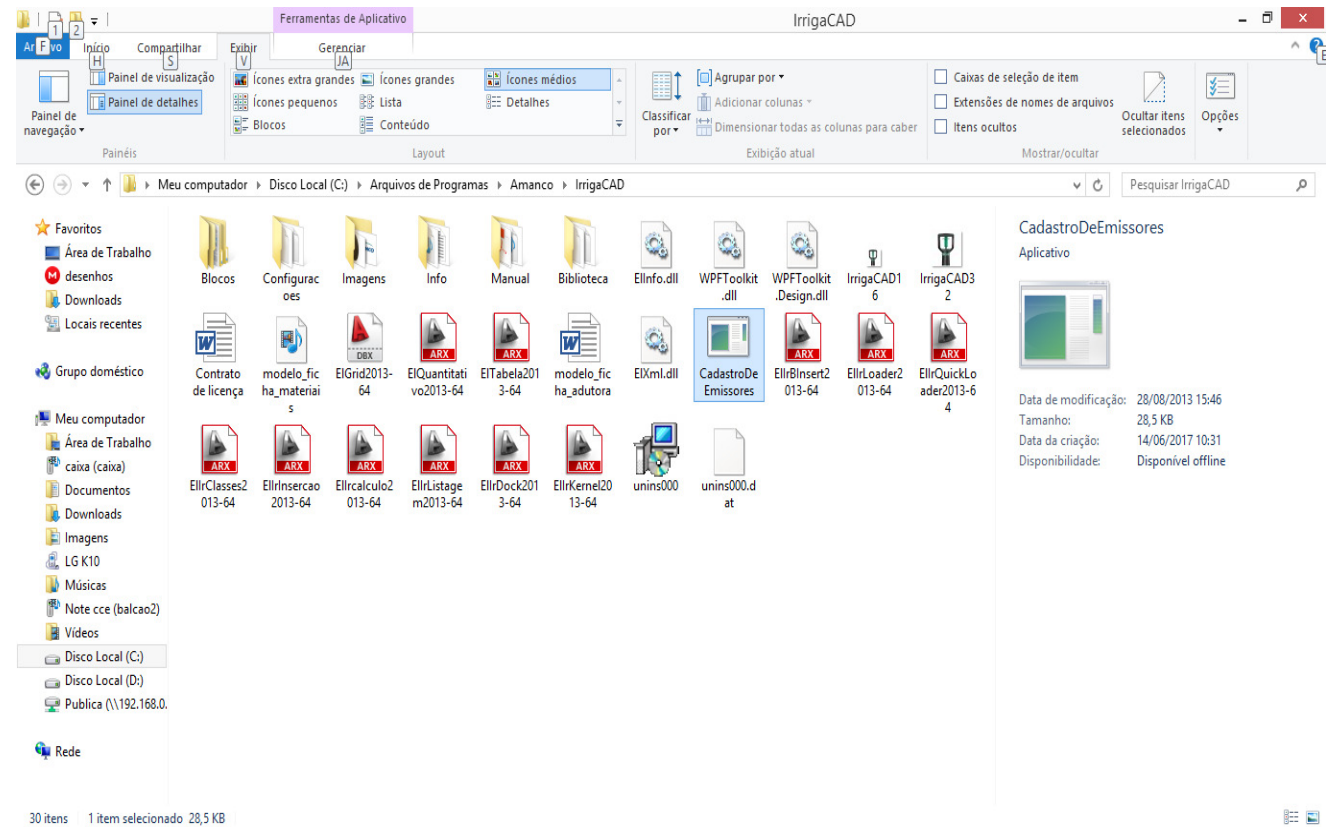
Tecla “Esc” para sair do comando caso não queira adicionar mais indicações



Cadastro de Emissores – IrrigaCAD – PASSO A PASSO

O programa IrrigaCAD Amanco, permitir que cadastres emissores de outras marcas e modelos, assim facilitando o trabalho do projetista para-se projetar com Emissores novos, mas comerciais.

- Entrar na raiz do computador “C:”
- Clicar em Arquivos de Programas
- Clicar em Amanco
- Clicar em IrrigaCAD
- Clicar em CadastrodeEmissores



Cadastro de Emissores

Novo Abrir Salvar Biblioteca:

Emissores

Detalhes do emissor

Fabricante:

Código:

Linha:

Nome:

Tipo:

Categoria:

Vazão Nominal: L/h

Pressão Nominal: mca

Raio Molhado: m

Novo Emissor Excluir Emissor

Valores de Pressão e Vazão Novo

Pressão (mca)	Vazão (l/h)
---------------	-------------

Fechar

No quadro Cadastro de Emissores

- Clicar em abrir
- Vai abrir a biblioteca
- Escolher uma categoria (aspersores, gotejamento, microaspersão)
- Clicar para abrir

Cadastro de Emissores

Novo **Abrir** Salvar Biblioteca: MicroAspersores Amanco

Emissores

Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Bailarir
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Normal Anti-In
 Microaspersor AMANCO Invertido Bailar

Detalhes do emissor

Fabricante:

Código:

Linha:

Nome:

Tipo:

Categoria:

Vazão Nominal: L/h

Pressão Nominal: mca

Raio Molhado: m

Novo Emissor Excluir Emissor

Valores de Pressão e Vazão

Novo

Pressão (mca)	Vazão (l/h)

Fechar

- Clicar em Novo emissor
- Preencher os dados e clicando em TAB para mudar o cursor
- Clicar em novo (parte do gráfico)
- Preencher as informações de pressão e vazão (tabelados pelo fabricante)

Novo Abrir Salvar Biblioteca: MicroAspersores Amanco

Emissores

Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Bai
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Normal Ant
Microaspersor AMANCO Invertido B

Detalhes do emissor

Fabricante: Amanco

Código: 93016

Linha: Multi-funcional

Nome: Microaspersor AMANCO

Tipo: MicroAspersor

Categoria: Normal

Vazão Nominal: 55 L/h

Pressão Nominal: 0 mca

Raio Molhado: 1 m

Novo Emissor Excluir Emissor

Valores de Pressão e Vazão Novo

Pressão (mca)	Vazão (l/h)
---------------	-------------

Fechar

Ao finalizar os pontos de pressão e vazão, clicar em salvar.

Atenção, esses dados são essenciais para que o IrrigaCAD faça o dimensionamento correto do comprimento máximo de linha em função da pressão e vazão de cada emissor cadastrado.

Após o cadastramento, poderá voltar para o IrrigaCAD e fazer o projeto já com esse novo emissor cadastrado.