

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR 99003 - ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO SUPERVISIONADO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Dirce Primo Tremper
Número da matrícula (89743)

“Irrigação em Paisagismo”

PORTO ALEGRE, novembro de 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

Irrigação em Paisagismo

Dirce Primo Tremper

Número da matrícula (89743)

Supervisor de campo do Estágio: Eng^o Rubens Voges

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Dr. Gilmar Schafer

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof^a. Renata Pereira da Cruz.....Depto de Plantas de Lavoura- COORDENADORA

Prof^a. Beatriz Maria Fedrizzi.....Depto de Horticultura e Silvicultura

Prof^o Carlos Ricardo Trein.....Depto de Solos

Prof^o Fábio Kessler Dal SoglioDepto de Fitossanidade

Prof^a Lúcia BrandãoFranke.....Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Prof^a Mari Lourdes Bernardi.....Depto de Zootecnia

PORTO ALEGRE, novembro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Milton e Enilda pela graça de viver e pelos admiráveis exemplos (*in memorian*).

À Suzie Tendero, pelo companheirismo e pelas lições de bondade.

Aos meus colegas médicos, pela presença necessária nas horas difíceis, para que eu pudesse realizar meus sonhos.

Ao meu orientador, Gilmar Schafer, pela disponibilidade, seus inesquecíveis ensinamentos e acima de tudo por sua generosidade.

Ao meu supervisor de campo do estágio, Engenheiro Rubens Voges, ao Técnico Agrícola Joasir Guimarães Junior, e toda equipe da Hidro Sistemas, pela disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos, promovendo desta forma meu crescimento acadêmico e profissional.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso relata as atividades do estágio curricular obrigatório realizado na empresa HIDRO SISTEMAS e teve como objetivo principal o desenvolvimento de habilidades e domínio da tecnologia de irrigação de jardins residenciais ou corporativos, praças e campos esportivos. Sendo assim, foram realizadas atividades relacionadas ao desenvolvimento de projetos de irrigação, com a utilização do software RainCad[®], desde o desenvolvimento da planta baixa, passando pela alocação dos emissores, cálculos hidráulicos e distribuição das redes (principal e secundárias), válvulas, controladoras e dimensionamento do conjunto moto-bomba, até a estimativa de custos de materiais e mão de obra, finalizando então com a elaboração de proposta a ser apresentada aos clientes. Também foram desenvolvidas atividades de acompanhamento de obras para a instalação dos sistemas projetados.

FIGURAS

Figura 1. Linhas de comando da empresa Hidro Sistemas. _____	10
Figura 2. Exemplo de um sistema de rega utilizado em jardins ou gramados. _____	16
Figura 3. Controlador ESP-LXME modular Rain Bird® _____	17
Figura 4. Corte vertical de válvula solenoide, mostrando mecanismo interno _____	18
Figura 5. Aspersores do tipo spray e alturas disponíveis de elevação do pop-up _____	19
Figura 6. Rotor em corte para visualização do sistema de engrenagens _____	20
Figura 7. Sensor de Chuva instalado _____	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO	9
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1. Histórico da Irrigação	11
3.2. Irrigação no Brasil	12
3.3 Uso e vantagens da irrigação para paisagismo	13
3.4 Fonte de água para irrigação	15
3.5.1 Controlador	16
3.5.2 Válvulas	17
3.5.3 Emissores	18
4.1 Atividade I - dimensionamento de sistemas de irrigação para paisagismo	22
4.1.1 Estudos preliminares para desenvolvimento de projetos	22
4.1.2 Traçando um layout – seleção dos emissores	24
4.1.3 Cálculos hidráulicos	25
4.1.4 Setorização e alocação das válvulas	25
4.1.5 Traçando tubulações	25
4.1.6. Dimensionamento automático da tubulação	26
4.1.7 Alocação do controlador e do sensor de chuva	26
4.1.8 Dimensionamento da fiação elétrica	26
4.1.9 Arbitrando a bomba	27
4.1.9.1 Layout final do projeto	27
4.2 Atividade II – Lista de material e orçamento	28
4.4 Atividade IV – Elaboração de proposta aos clientes	28
4.5 Atividade V – Acompanhamento de visita ao cliente	28
4.6 Atividade VI – Acompanhamento de obra e entrega técnica	29
5. DISCUSSÃO	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

<i>ANEXO A- ATIVIDADES I</i>	33
Foto 1- Layout do projeto de irrigação executado durante a atividade I	33
<i>ANEXO B- ACOMPANHAMENTO DE OBRA E ENTREGA TÉCNICA</i>	34
Foto 2- Instalação do aspersor spray, com tubo flexível afastado.....	34
Foto 3- Aspersor do tipo spray em funcionamento; Projeto Boulevard Laçador	34
Foto 4- Aspersor do tipo rotor em funcionamento; Projeto Boulevard Laçador	35

1. INTRODUÇÃO

A irrigação automatizada na horticultura, seja ela de grandes superfícies ou mesmo de pequenos espaços, é de fundamental importância no que diz respeito ao uso eficiente da água. O uso racional e sustentável da água que é obtido com sistemas de irrigação automatizados, principalmente na horticultura, foi o principal motivador na escolha do tema Irrigação de Paisagismo. O assunto é de grande importância na atualidade, pois coloca em pauta por um lado a necessidade de otimizar o uso da água e por outro a necessidade de proporcionar à sociedade um maior contato com jardins e hortas urbanas, interferindo diretamente em melhorias na qualidade de vida e no seu desenvolvimento cultural.

A decisão ocorreu a partir de um curso extracurricular realizado em 2014 na Academia Rain Bird, empresa privada que produz, distribui e desenvolve produtos para irrigação de alta e baixa pressão além de ministrar cursos e treinamentos para estudantes e profissionais da área. O estágio foi realizado na empresa HIDRO SISTEMAS, localizada na cidade de Canoas, Rua Pandiá Calógeras 45, Bairro Niterói (RS), no período de 12 de janeiro de 2015 à 13 de maio do mesmo ano, totalizando 300 horas de convivência na empresa.

Sabendo-se que a base de toda obra é a confecção de um bom projeto, os principais objetivos dessa experiência de estágio foram obter uma percepção prática no desenvolvimento de projetos de irrigação automatizada para horticultura com ênfase no paisagismo através da utilização de softwares de aplicação hidráulica, além de ida a campo para o acompanhamento da instalação dos sistemas previamente projetados.

2. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

A matriz da Hidro Sistemas está situada em São Paulo e possui três filiais, localizadas em Maringá (PR), Santa Maria (RS) e Canoas (RS). Atualmente a sede de Santa Maria está encarregada da irrigação agrícola e a de Canoas, da irrigação para paisagismo. A Hidro Sistemas é uma empresa de serviços e produtos fundada em 1990, especializada em sistemas de condução de fluidos, em especial a água. Atua nos mercados de irrigação agrícola, irrigação de paisagismo, sistemas de bombeamento para indústrias de alimentos e bebidas, construção civil, combate a incêndio, saneamento básico entre outros.

A empresa possui um amplo portfólio na irrigação para paisagismo onde atua predominantemente executando obras em jardins residenciais, condomínios ou edifícios, campos esportivos de futebol, golfe e tênis (gramado e saibro) que demandam cuidados especiais, onde a irrigação torna-se um adjuvante imprescindível.

A filial Canoas possui uma oficina de prestação de serviços de assistência técnica de bombas e motores, sistemas de combate a incêndio, sistemas de rebaixamento de lençol freático e sistemas de captação flutuante (balsas) entre outros. Além da prestação de serviços, a empresa é representante comercial de produtos específicos para a irrigação.

O departamento técnico da Hidro Sistemas disponibiliza aos seus clientes o serviço de elaboração dos processos de outorga de uso da água a todos que pretendam fazer uso de águas superficiais ou águas subterrâneas (poços tubulares) para os mais diversos fins, entre eles o uso na aquicultura, abastecimento doméstico ou público, etc. Da mesma forma disponibiliza o acompanhamento no processo de Licenciamento Ambiental do projeto de irrigação em todas suas etapas: Licença Prévia, Licença de Instalação até a Licença de Operação.

Conforme pode ser observado no organograma abaixo, a empresa conta com uma equipe de engenheiros agrícolas e mecânicos, projetistas e técnicos especializados, para planejamento e execução de sistemas de irrigação, além de técnicos para serviço de manutenção preventiva e reparadora. Ainda no organograma é possível ver em destaque na linha de comando o responsável pela supervisão do estágio além dos colegas diretamente ligados no exercício das atividades.

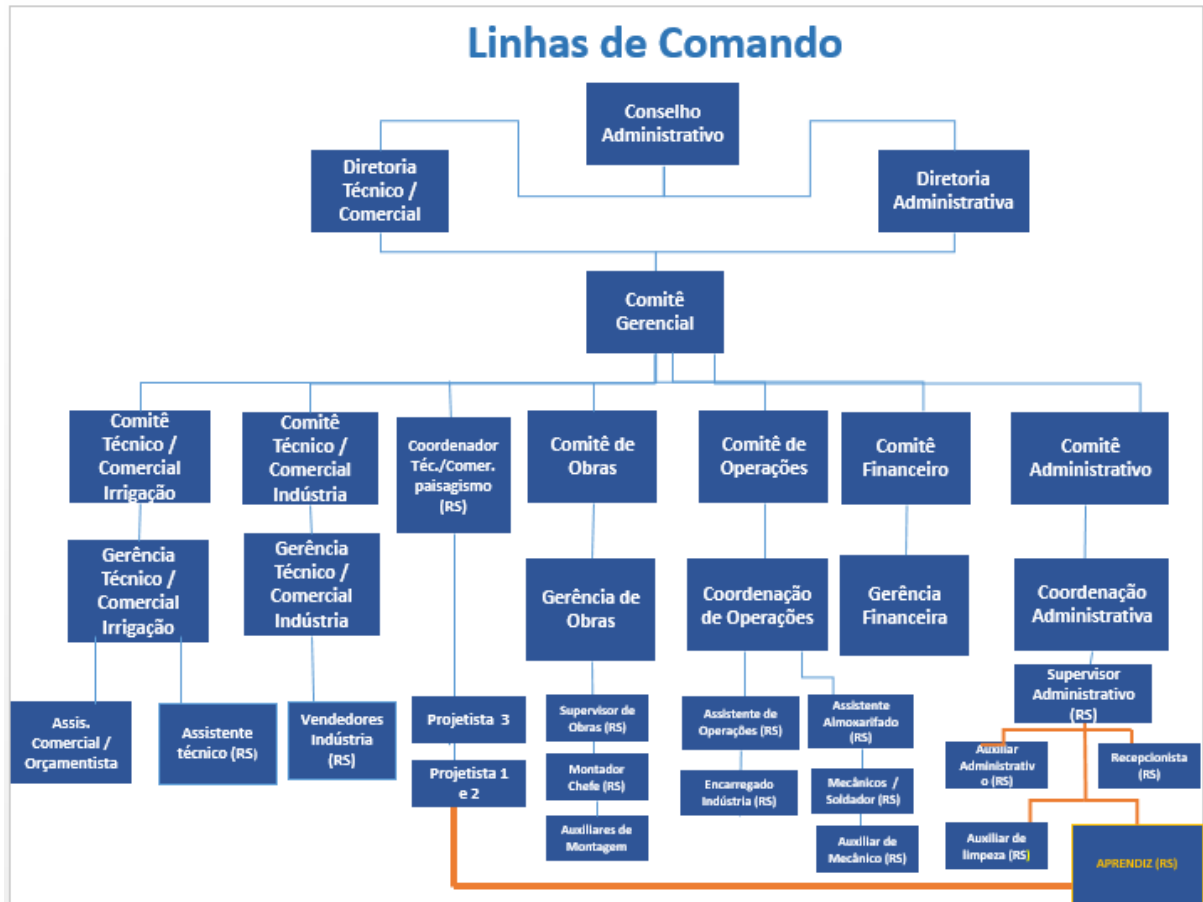


Figura 1.Linhas de comando da empresa Hidro Sistemas.

Fonte: Hidro Sistemas modificado pela autora.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Histórico da Irrigação

A uso da irrigação na agricultura data de 6.000 anos a.C. e teve início no continente asiático, quando grandes civilizações desenvolveram a agricultura no vale dos grandes rios, Nilo, no Egito e posteriormente, Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, Rio Amarelo na China e Ganges na Índia, com o intuito de aproveitar a fertilidade promovida por suas água. Existem registros de que a primeira obra de engenharia relacionada à irrigação foi no Egito ordenada pelo Faraó Ramsés III com a construção de diques, represas e canais que possibilitavam melhor aproveitamento das águas do rio Nilo (MELLO & SILVA, 2008; GIACÓIA NETO, 2008).

Considerado uma das sete maravilhas do mundo, os “Jardins Suspensos da Babilônia”, construídos pelo Rei Nabucodonosor, formava um conjunto de pavimentos ligados por rampas e escadarias, cobertos por terraços, onde eram plantados palmeiras, tamareiras e canteiros de flores. A água era levada até o terraço superior através de baldes presos a uma corrente e de lá se distribuía por gravidade para os terraços a jusante e entre os vasos de plantação.

Quando os exploradores chegaram na América do sul, a agricultura já estava alimentando as populações e a irrigação já era praticada pelos Incas e Astecas há cerca de 5.000 AC mas difundiram-se por toda parte em 800 AC (CASTRO, 2003; DIAS, 2004).

Conforme Hagan (1967), citado por Castro (2003), admite-se que o desenvolvimento econômico regional muitas vezes esteve ligado à irrigação o que acarretou um contínuo desenvolvimento demográfico. Nas grandes concentrações populacionais a humanidade foi sendo forçada, para sua subsistência, a explorar não só as regiões úmidas, mas até mesmo zonas áridas e semiáridas, tornando-as produtivas, o que não seria possível sem a prática da irrigação.

Conforme Giacóia Neto (2008), até o século XIX a irrigação era feita somente através de sulcos e inundação, muito utilizada para a cultura do arroz ainda hoje. Com a produção de tubulações, inicialmente de ferro galvanizado, houve então uma grande evolução nos estudos hidráulicos. Nos anos 30 foi inventado o primeiro aspersor de impacto, por Orton Englehart, um produtor de citros da Califórnia, iniciando uma nova era na irrigação mundial. Nos anos 60, nova revolução na indústria hidráulica, com a introdução do plástico e o início da fabricação de tubos de policloreto de vinila (PVC).

A partir daí, há a criação de vários componentes plásticos que foram tornando a irrigação mais acessível. Paralelamente à irrigação agrícola, foram surgindo estruturas especializadas para irrigação em jardins, entre eles os aspersores plásticos escamoteáveis (sprays e rotores) e na sequência, o desenvolvimento de sistemas inteligentes, automatizados e softwares que permitiram um perfeito controle da quantidade de água a ser administrada às plantas e gramados, gerando economia e conforto para os usuários.

3.2.Irrigação no Brasil

No Brasil, a irrigação iniciou com o cultivo do arroz com o sistema de irrigação por superfície, mas somente em 1950 que o governo federal começou a incentivar as importações de sistemas de irrigação por aspersão e somente em 1965 é que foi disponibilizado ao produtor uma maior variedade de material de irrigação por aspersão.

Em 1970, os primeiros equipamentos usados na irrigação localizada começaram a ser importados e apenas em 1975 é que começaram a ser fabricados os primeiros equipamentos de irrigação mecanizados (autopropelidos). Ainda na década de 1970 foi fabricado no Brasil o primeiro pivô central em 1978. E somente em 1986 começaram a se instalar várias empresas fabricantes de sistemas de irrigação no Brasil, propiciando a possibilidade de escolha e critérios do sistema de irrigação adequado a necessidade do produtor.

Somente após a abertura do comércio exterior, em 1990, é que o país passou a importar produtos de irrigação para o paisagismo. Hoje existem várias empresas e marcas que comercializam estes produtos cada vez mais precisos e eficientes, e com sistemas de automação cada vez mais inteligentes (GIACÓIA NETO, 2008). Apesar dos avanços e da disponibilidade da tecnologia, o uso da irrigação ainda é muito insipiente no Brasil.

Segundo Giacóia Neto (2008), isto deve-se em parte à falta da cultura da irrigação, o que acarreta em escasso número de profissionais e empresas tecnicamente habilitadas para elaboração e instalação de sistemas funcionais, econômicos e por ser ainda considerada uma tecnologia cara e até mesmo supérflua. Entretanto este mesmo autor afirma que o consumo de água utilizada para a irrigação de áreas verdes pode ser reduzido em pelo menos 50% com adequado sistema automatizado, considerando-se também a otimização do consumo de energia e mão-de-obra, o que resulta em economia.

Estima-se que o custo da irrigação para jardins e gramados represente em torno de 20-40% (GIACÓIA NETO, 2008) do projeto paisagístico propriamente dito sendo que os valores podem variar em função da quantidade de elementos, detalhes, taludes, etc.

3.3 Uso e vantagens da irrigação para paisagismo

A irrigação de jardins e gramados diferencia-se da irrigação agrícola, pois num jardim temos necessidades hídricas bem diferentes em função da grande variedade de plantas por metro quadrado. Os sistemas podem ser extremamente simples, acoplados diretamente nas torneiras e funcionam com relógios alimentados por pilhas (*timer*) que acionam e interrompem automaticamente a saída de água (válvulas solenóides), sem uso de computadores ou eletricidade.

Entretanto podem ser sistemas mais complexos, com automatização, que trazem grandes vantagens, pois permitem o uso racional dos recursos hídricos, podendo-se controlar a frequência e a lâmina de irrigação com mais flexibilidade, otimizando-se o uso de energia, por exemplo, programando-se o funcionamento dos sistemas fora dos horários de pico, quando o custo da energia é menor. Consequentemente há uma diminuição da demanda de mão-de-obra, não havendo necessidade de ligar ou desligar moto-bombas, válvulas ou registros.

A automatização permite que sejam acoplados sensores de umidade (sensores de chuva ou de umidade do solo), ligando ou desligando as regas quando chove. Estes equipamentos são ideais para áreas mais extensas e necessitam equipamentos, instalação, manejo e manutenção diferenciados e a necessidade de técnicos especializados.

Estes sistemas podem ser instalados em projetos paisagísticos ainda em fase de construção, preferencialmente, ou em jardins já prontos e até mesmo antigos.

Os benefícios de um sistema bem projetado são inúmeros, conforme Giacóia Neto (2008): uniformidade na aplicação da lâmina d'água, evitando pontos secos e/ou encharcamento, proporcionando plantas mais saudáveis e bonitas, evita o desperdício de água, aplicando somente a quantidade de água que a planta precisa.

Considerando-se que a presença de árvores e vegetação ao redor de uma propriedade pode baixar as temperaturas exteriores até 10 graus, estima-se com isso uma diminuição do uso de ar condicionado de até 50% (RAIN BIRD, 2006).

Um uso pouco referenciado, mas que também merece citação é a proteção contra incêndios – jardins amplos (cerca de 30 metros), com uma boa cobertura do solo e

regularmente aparada, podem funcionar como uma zona tampão, impedindo que incêndios atinjam casas, além de também protegerem o solo contra erosão.

Conforme a função do paisagismo e das necessidades da área a ser projetada, existem várias maneiras de uso e aplicação da irrigação. Jardins bem cuidados valorizam os ambientes, sejam eles públicos ou privados, proporcionando aos usuários bem estar e satisfação.

Dessa forma, com os atuais equipamentos existentes, não há limites para a imaginação e criação de um projeto de irrigação para paisagismo, que pode ser instalado em jardins de diferentes tamanhos, com diversos tipos de vegetação, desde gramas, forrações e arbustos e até mesmo vasos em varandas de apartamentos. O limite é a própria disponibilidade de água.

Sendo assim, as principais áreas de utilização de irrigação automatizada, conforme Giacóia Neto (2008) e Drumond (2010), são:

- a) JARDINS RESIDENCIAIS – projetos para qualquer tamanho de jardim, sejam eles em casas ou edifícios, em áreas privadas ou comuns de condomínios, jardins a céu aberto ou cobertos, varandas e jardins de inverno. São dotados, geralmente de áreas verdes com grande variedade de espécies vegetais, que necessitam fornecimento de água sem que seja necessário mão-de-obra. Existe também a possibilidade de irrigação de estruturas mais localizadas, como jardineiras e vasos, em todos os casos mantendo a estética visual, ou seja, com o uso de emissores que somente aparecem quando estão em funcionamento, como é o caso dos emissores escamoteáveis.
- b) USO COMERCIAL – para jardins de complexos comerciais, shopping centers, fábricas e indústrias.
- c) USO PÚBLICO – para praças e parques, canteiros centrais de avenidas e jardins públicos. Nestes casos, existe a grande vantagem dos sistemas com emissores escamoteáveis, que ficam embutidos no solo e garantem proteção contra vandalismo;
- d) USO ESPORTIVO – principalmente campos de futebol, quadras de tênis e campos de golfe ou hípicas. Quadras de tênis de saibro também se beneficiam, com a diminuição da poeira e erosão eólica;
- e) TELHADOS E PAREDES VERDES – uso mais recente, para manutenção em caso de pouca disponibilidade de água armazenada ou mesmo sistemas convencionais;
- f) JARDINS E HORTAS COMUNITÁRIAS- em espaços públicos, escolas, igrejas, associações comunitárias, etc;
- g) HORTAS URBANAS, em pequenos espaços públicos ou privados, as quais vem apresentando uma tendência mundial de crescimento;

- h) PRODUÇÃO E PRESERVAÇÃO DE PLANTAS – uso para preservação da biodiversidade, como é o caso de jardins botânicos, em casas de vegetação, estufas e orquidários;
- i) DESPOEIRAMENTO DE ESTRADAS E MINAS – para diminuir a erosão eólica e também por motivos de saúde ocupacional.

Conforme Lima (2010), o principal gargalo para o uso da automatização ainda é o custo inicial relativamente elevado bem como uma assistência técnica deficiente, por haver necessidade de mão-de-obra especializada. O autor acredita que a confiança excessiva no sistema automatizado também pode levar o produtor a cometer erros por acreditar que a automação seja a solução para todos os problemas, ocasionando descuido no monitoramento e no manejo das culturas, pois o sistema não consegue auto solucionar falhas técnicas e humanas.

3.4 Fonte de água para irrigação

Segundo Drummond (2010) a água utilizada para a irrigação pode ser obtida de fonte subterrânea ou de fontes superficiais (lagos, represas, açudes, rios, riachos). No passado, o uso sustentável da água era desprezado em grande parte dos projetos, pois a água era um recurso considerado abundante, de boa qualidade e de fácil utilização, mas sua disponibilidade vem escasseando e sua qualidade decrescendo.

Em muitos casos, principalmente nos centros urbanos, a fonte da água para a irrigação é a mesma do abastecimento público, sendo que o gasto excessivo de água pode se tornar bastante dispendioso e até limitante, além de comprometer o abastecimento urbano. Por isso cresce no mercado e nas modernas obras de construção civil, a utilização de água residuária, que pode requerer tratamentos e coleta e aproveitamento de água das chuvas, cujo reuso é mais simplificado (DRUMOND, 2010).

Águas provenientes de tanques, banheiras, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupas são denominadas de águas cinzas e são uma alternativa promissora, após tratamento, para usos menos nobres como irrigação paisagística de residências, parques, campos de golfe, faixas de domínio de autoestradas e cinturões verdes. Podem até retornar ao sistema, como água de descarga de vasos sanitários, lavagem de veículos e calçadas. Outros usos descritos são como combate ao fogo, controle de poeira, proteção contra geadas e até mesmo para irrigação de cultivos, por exemplo forrageiras, plantas fibrosas e viveiros de ornamentais. As águas das chuvas são as águas resultantes de precipitações atmosféricas coletadas em coberturas e

telhados, que habitualmente fluem para o esgoto pluvial, como o próprio nome diz, carregando todo tipo de impurezas (poeira, fuligem, folhas, galhos, detritos de animais e matéria orgânica).

Porém se as águas da chuva forem captadas antes deste caminho, podem ser aproveitadas para fins não potáveis. A grande vantagem do reuso das águas pluviais é que o tratamento delas é muito simples. A Norma Brasileira NBR 15527 da ABNT de 2007 fornece os requisitos para o aproveitamento de água das chuvas, com a recomendação de descarte do escoamento inicial (primeiros um a dois milímetros iniciais da área captada), requerimentos para cálculo da vazão de projeto, calhas, condutores e reservatórios.

3.5 Componentes de um sistema automatizado de irrigação

O sistema, de modo simplificado é composto pelo controlador (ou programador), pelas válvulas e pelos emissores. A tubulação é dividida em Linha Principal (LP), que vai da fonte da água até as válvulas e as Linhas Secundárias (LS), que vão da válvula até os emissores, conforme demonstra a Figura 2

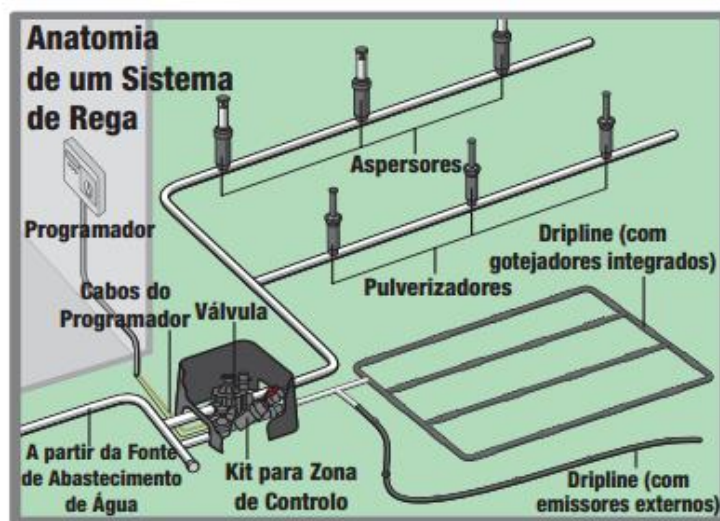


Figura 2. Exemplo de um sistema de rega utilizado em jardins ou gramados.
Fonte: Rain Bird (2006).

3.5.1 Controlador

É o cérebro do sistema e na prática um *timer*. É no controlador (Figura 3) que se programa o horário para iniciar o turno de rega e o tempo para atingir a lâmina de água necessária em cada setor (área). Também se tem o controle de quantas vezes isso irá ocorrer e

quais os dias da semana. Os controladores a bateria são indicados onde não há energia elétrica ou quando o uso de fios elétricos não é recomendado.



Figura 3. Controlador ESP-LXME modular Rain Bird®
Fonte: Dirce Tremper

3.5.2 Válvulas

A automação do sistema impõe que cada setor seja controlado por uma válvula (Figura 4), que se abre conforme a programação, em sequência, uma de cada vez. A válvula é uma estrutura hidráulica acionada por solenoide elétrico, que controla a abertura da entrada de água no setor. Ao passar uma corrente elétrica, proveniente do controlador, geralmente alternada de 24 volts, o solenoide é imantado, deslocando-se para cima e forçando a abertura do diafragma da válvula, permitindo a passagem da água através da tubulação à frente e que vai alimentar os emissores.

Dividindo-se toda a vazão requerida do projeto em várias válvulas, é possível compor vários subsistemas que podem diferir entre si tanto em características estéticas, funcionais como hidráulicas, além de permitir a redução da potência do conjunto moto-bomba, que será dimensionado em função do setor crítico, ou seja, aquele que demandar maiores vazões e perdas de carga.

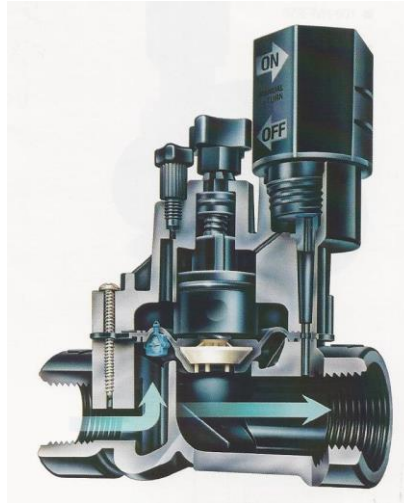


Figura 4. Corte vertical de válvula solenoide, mostrando mecanismo interno
 FONTE: Rain Bird (2012?).

3.5.3 Emissores

É o local por onde ocorre a saída da água, com uma vazão controlada. Funcionam como dissipadores de pressão. De acordo com Drumond (2010) os emissores podem ser aspersores ou gotejadores. Os aspersores para paisagismo possuem algumas diferenças em relação aos demais, quais sejam: alta precipitação (pode chegar a 60 mm.h^{-1}), raios de alcance variáveis e trajetória dos jatos variável, com ângulos de molhamento que podem variar de 1° até 360° .

Os aspersores são do tipo escamoteáveis, dotados de mecanismo retrátil (pop-up), que mantém a haste e o bocal do aspersor dentro do corpo enquanto não houver pressão na tubulação. No momento em que a válvula abre-se, a própria pressão da água faz o pistão emergir do solo. Os aspersores podem ser do tipo spray (estático) ou rotores (dinâmicos).

— **Sprays:** são os emissores mais usados (90%) nos projetos de irrigação para jardins e gramados. Possuem bocais que fornecem jato de água fixo, em ângulos pré-determinados de 360° (F), 270° (TQ), 240° (TT), 180° (H), 120° (T) e 90° (Q). Também existem os bocais VAN (*variable arc nozzle*), cujo ângulo pode ser ajustado no local, através de um parafuso. Existem alguns bocais com padrão quadrado, retangular ou em faixa, usados geralmente para irrigação de faixas estreitas, como canteiros centrais de avenidas. No total, pode-se ter 72 opções de bocais (GIACÓIA NETO, 2008).

Os sprays mostrados na Figura 5, geralmente são usados em áreas de menores dimensões, recortadas e com paisagismo mais denso, pois usando diferentes composições entre

pop-ups e bocais, é possível construir várias opções de irrigação. O raio de alcance varia de 1,2 a 5,4 metros, podendo ter variações conforme a marca. Em altura podem variar de 5 até 30 cm de elevação do pop-up, no entanto os menores são contra-indicados para o tipo de corte de grama que se faz no Brasil. Os aspersores de 10 cm de elevação são usados para vegetação rasteira, como a própria grama e forrações de pequeno porte. Os de 30 cm tem uso preferencial para arbustos e maciços de plantas (GIACÓIA NETO, 2008).

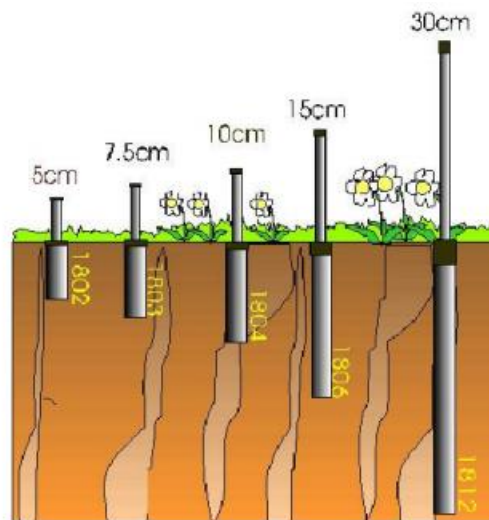


Figura 5. Aspersores do tipo spray e alturas disponíveis de elevação do pop-up
Fonte: Rain Bird (2006)

Alguns sprays possuem válvula anti-drenagem, indicadas para instalações em declividade, evitando a saída de água e entrada de ar pelo último aspersor da linha.

- **Rotores:** os rotores (Figura 6), como o próprio nome diz, são giratórios, por serem providos de turbina (engrenagens) que fazem o jato de água girar, num arco de ângulo variável (disponibilidade de vários bocais para compor os ângulos desejados até 360°); tem raio de ação que varia de 6 até 30 metros (GIACÓIA, 2008), referindo-se aos da Rain Bird®. A vazão é bem maior que os sprays e requerem maiores pressões para operação (20 a 70 m.c.a.). Por isso são indicados para áreas maiores ou paisagismo de baixo porte e densidade. A irrigação de campos de golfe requerem rotores de grande porte, que podem atingir até 35 metros.



Figura 6. Rotor em corte para visualização do sistema de engrenagens
Fonte: Rain Bird (2014)

- **Gotejadores:** são emissores de baixo volume e aplicam água pontualmente, de forma gota-a-gota, precisa e diretamente na zona radicular das plantas, em pequena intensidade e alta frequência, para manter o teor de água próximo do ideal, que é a capacidade de campo. Em geral operam com pequenas vazões de 2-10 L.h⁻¹ e não dependem da pressão da água. Os gotejadores podem ser do tipo *in line* em que os emissores vem inseridos no interior da tubulação de polietileno ou do tipo *on line*, em que os botões gotejadores são acoplados à tubulação de polietileno após perfuração da mesma, no local desejado (COSTA et al., 2010).
- **Mangueiras gotejadoras ou driplines:** dependendo das necessidades do projeto, podem ser dispostas na superfície, de forma aparente, sendo ideais para maciços de flores, cercas vivas e floreiras estreitas.

Uma tecnologia mais recente é o sistema de gotejamento enterrado, na profundidade do sistema radicular requerido pelas plantas (geralmente em torno de 25-30 cm), evitando-se que o bulbo molhado fique exposto, o que reduziria as perdas de água por evaporação. Segundo BERNARDO et al. (2006), o método mais eficiente é a irrigação localizada, com eficiência de aplicação ideal de $\geq 95\%$ (aceitável até $\geq 80\%$) tanto para gotejamento como microaspersão.

- **Micro-aspersores:** como o nome diz, promovem a aspersão da água na área de maior concentração do sistema radicular das plantas. Fornecem uma vazão variável em torno de 20 a 150 L.h⁻¹ que é regulada com a troca de bocais, mantendo-se a mesma estrutura ou haste do micro-aspersor. Comparativamente, os micro-aspersores são menos suscetíveis ao

entupimento do que o sistema de gotejamento e por isso a exigência da filtragem da água é menor, necessitando somente filtros de tela ou disco (COSTA, 2010).

Sensores de umidade: o mais usado é o sensor de chuva (Figura 7) e seu funcionamento é muito simples – quando chove e dependendo da quantidade de chuva, fecha-se um circuito que envia um sinal elétrico para o controlador que interrompe a irrigação.



Figura 7. Sensor de Chuva instalado
Fonte: Dirce Tremper

Filtros: são de extrema importância num sistema de irrigação, principalmente no paisagismo, pois partículas podem entupir com facilidade os emissores, devido ao pequeno tamanho dos orifícios, o que causaria uma irrigação irregular e ineficiente. Em geral são colocados dois tipos de filtro, geralmente de tela: um na saída da bomba e outro nos emissores. Todos emissores possuem, em sua estrutura, um filtro que pode facilmente ser removido para fins de limpeza ou mesmo substituição.

4 ATIVIDADES REALIZADAS

Inicialmente houve uma apresentação da empresa e seus departamentos, suas instalações e funcionários. Neste primeiro contato também foi fornecido e apresentado o “Manual do Projetista”, um roteiro elaborado por Michael Moura, sobre as várias etapas que deveriam ser seguidas para a confecção de um bom projeto de irrigação para paisagismo.

A empresa disponibilizou um computador e os softwares necessários para a realização dos projetos.

4.1 Atividade I - dimensionamento de sistemas de irrigação para paisagismo

Primeiro houve uma recapitulação e treinamento em desenho vetorial (AutoCad®) e os principais comandos utilizados, bem como elaboração de planta baixa para uso no projeto de irrigação.

Na sequência, treinamento para uso do software usado na empresa (RainCad®), que é um plug-in do AutoCad® e faz praticamente todos os passos necessários para o desenvolvimento de um projeto de irrigação (ANEXO A), desde a escolha e alocação dos emissores (aspersores, rotores, mangueiras de gotejamento, enterradas ou na superfície e outros), cálculos hidráulicos e divisão do projeto em setores com a devida alocação das válvulas solenoides, moto-bomba e acessórios (sensor de chuva) até distribuição da rede hidráulica setorizada e dimensionamento da tubulação e fiação para rede elétrica necessária ao funcionamento da automatização do sistema.

Foram desenvolvidos vários projetos, inicialmente os mais simples, com poucos elementos, evoluindo para projetos mais complexos, por exemplo, com múltiplos setores ou múltiplas moto-bombas, ou que necessitassem passagens especiais para a tubulação ou mesmo variações de cotas, em projetos paisagísticos muito ricos em detalhes.

As atividades abaixo relacionadas seguem o “Manual do Projetista” fornecido pela Hidro Sistemas para facilitar a execução passo-a-passo das atividades desenvolvidas.

4.1.1 Estudos preliminares para desenvolvimento de projetos

A primeira parte do projeto é o levantamento planialtimétrico da área a ser irrigada. O ideal é ter a planta em arquivo do AutoCad® (dwg), com todas as informações necessárias: área

total, cotas, desníveis, posicionamento da fonte de água e rede de energia elétrica, estradas, passagens, cercas, afloramentos rochosos ou qualquer elemento que possa interferir na seleção dos emissores e layout. Mas por vezes, os clientes encaminham as plantas arquitetônicas no formato “pdf” (*Portable Document Format*) e neste caso, é necessário transformá-las em objetos simples (linhas e textos), o que é feito com o comando “explode” do AutoCad®.

Algumas empresas ou clientes fornecem a planta paisagística, muito importante, pois já vem com a descrição da vegetação escolhida pelo arquiteto ou agrônomo paisagista, o que muito facilita na escolha dos emissores. Já em outros casos, conta-se somente com as plantas baixas sem elementos de paisagismo, até porque, muitos projetos realizados referem-se à jardins já existentes.

Neste caso, é imperativo fazer uma visita e o inventário da obra e das espécies vegetais existentes (forrações, herbáceas, arbustos, árvores de maior porte), coletar informações a respeito do porte (altura presente e futura), espaçamento e densidade das plantas; fazer medições, verificar a existência de passeios, rampas de carro, conversar com os responsáveis pelo projeto paisagístico ou mesmo valer-se de fotografias que muito auxiliam no reconhecimento da área e que vão permitir as melhores escolhas para o projeto.

A análise do espaço verde é fundamental, pois é preciso levar-se em consideração as variações na exposição solar (vegetação em sol pleno ou em locais sombreados), presença ou não de ventos, o tipo de solo, declives naturais, áreas mal drenadas, enfim, situações que possam indicar maiores ou menores demandas de água.

Neste momento, é fundamental o estudo e definição da fonte de água e o funcionamento da rede hidráulica, quando já existente. De forma bem simples, pode-se verificar a pressão na rede com o auxílio de um manômetro e da vazão com um hidrômetro. Se não for possível, a vazão pode ser obtida diretamente com o auxílio de um recipiente graduado, onde se coletará o volume de água em um tempo conhecido (DRUMOND, 2010).

A segunda parte é a preparação de uma planta baixa, no formato “dwg” do AutoCad®, que será colocada em escala, geralmente 1:100, onde suprime-se elementos desnecessários, legendas, vegetação, mobiliário se houver, mantendo somente os de interesse, de forma a manter uma planta bem simplificada, onde elementos de irrigação serão inseridos.

4.1.2 Traçando um layout – seleção dos emissores

Com o uso do plug-in RainCad[®], faz-se a locação dos emissores, desenhando em azul o arco de distribuição da água. Vários tipos de equipamentos, de várias marcas e com vários bocais estão cadastradas no software, permitindo ao projetista a melhor escolha, em função do seu alcance e sua vazão. Os elementos utilizados durante o treinamento do estágio foram da marca Rain Bird[®].

Existem algumas regras básicas para a alocação dos aspersores (sprays ou rotores) ou dos tubos gotejadores que devem ser cumpridas, quais sejam:

- Selecionar o aspersor que cubra a área desejada com o menor número possível de aspersores - não exagerar no número de emissores, tampouco colocá-los a menos, produzindo zonas com excesso ou falta d'água e a subsequente morte das plantas;
- Manter a regra “pé-ao-pé”, ou seja, manter sempre uma boa sobreposição entre o jato de dois aspersores, sendo a distância ideal entre eles igual ao seu alcance;
- Começar a alocação dos aspersores pelos cantos (ângulos de 90°), a seguir os laterais (180°) e finalmente os de círculo completo (360°) ou algum outro arranjo que se faça necessário;
- Começar a plotagem dos aspersores pelas áreas mais problemáticas (áreas com vegetação densa, obstruções, pequenos espaços);
- Evitar jogar água nas calçadas, paredes e muros;
- Observar a compatibilidade entre aspersores - nunca misturar tipos de aspersores, principalmente sprays e rotores, num mesmo setor, pois eles tem vazões muito diferentes.

Quando indicados, tubos gotejadores devem ser desenhados. Com um comando chamado “*Boundary line*”, ou seja, linha guia, faz-se o contorno da área desejada e o RainCad[®] se encarrega de desenhar a malha dos tubos, nas distâncias e curvaturas ideais (20 cm de espaçamento para grama e 30 cm para arbustos). Se for pouca coisa, pode se desenhar as linhas uma a uma. Na planta, faz-se também a alocação, no local desejado, da moto-bomba (*símbolo “M”*) sem nenhuma característica definida, pois o cálculo da potência da bomba só será arbitrado no final do projeto.

4.1.3 Cálculos hidráulicos

Após a análise e a certeza de que os emissores estão colocados da maneira adequada, então aciona-se o comando “*Total Flow*” e o RainCad® verifica a vazão total do projeto.

4.1.4 Setorização e alocação das válvulas

A setorização é necessária para se adequar a vazão que a válvula é capaz de suportar. Na grande maioria dos projetos realizados, a válvula mais usada foi a 100 DVF da Rain Bird®, cuja vazão é $9 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Para garantir as necessidades do sistema, divide-se a vazão total por 7 ou 8 ou até menos, dependendo da declividade, incidência solar, etc. – o número encontrado é o número de setores (arredonda-se para mais se necessário).

Por exemplo: Vazão total de projeto / 7 = $15,83 \text{ m}^3 / 7 = 2,26$ setores

2,26 setores, arredonda-se para três setores

Após estes cálculos, aciona-se o comando “Setorização” e o software vai apresentar uma tela com os números 1-1, 1-2, 1-3 e assim por diante. O primeiro número refere-se à moto-bomba, única na maioria dos projetos. O segundo número refere-se ao setor. Marca-se um setor e vai para o desenho escolher um conjunto de emissores que estejam dentro da vazão requerida.

Obviamente que nenhuma setorização consegue ser exata, alguns setores podem ter vazões maiores e outros menores, mas deve sempre ficar dentro da vazão requerida. A vazão dos setores deve ser a mais uniforme possível para evitar que a moto-bomba tenha condições muito diferentes de funcionamento ao alterar de um setor para outro. Pelo mesmo motivo, os setores de menor vazão devem ser os mais distantes da bomba.

O passo seguinte é alocar as válvulas (símbolo ⊗), fazendo o software reconhecer o setor a ela imputado.

4.1.5 Traçando tubulações

Usando-se o comando “*Lines*”, as tubulações passam a ser desenhadas manualmente, ponto a ponto, setor por setor, interligando-se todas as estruturas, em desenhos que ofereçam a maior eficiência e menor perda de carga.

- Tubulação principal “*Main Line*” – a que vai do ponto de água até as eletroválvulas
- Tubulação lateral “*Lateral Line*” – a que vai das eletroválvulas até os emissores.

Toda vez que se desenha um ângulo de 45° (“joelhos”) ou conexões tipo “Tes”, o RainCad® automaticamente contabiliza a inclusão destes materiais. Como regra, a Hidro sistemas não trabalha com cruzetas. Também é padrão da empresa o uso de PVC agrícola (azul) em diversos diâmetros, para as linhas principais e laterais, conforme a demanda do projeto.

Os tubos gotejadores usados tem como padrão 16 mm.

4.1.6. Dimensionamento automático da tubulação

Ao usar o comando “*Automatic Pipe Sizing*”, então o RainCad® faz o cálculo do diâmetro de todas as tubulações e para cada setor admite uma cor diferente, facilitando a visualização do desenho. Esta é a parte em que o uso do software muito facilita a execução do projeto, pois faz os cálculos mais complexos sobre as perdas de carga no sistema.

4.1.7 Alocação do controlador e do sensor de chuva

O controlador é escolhido conforme o número de setores e necessidades do projeto e é alocado próximo à moto-bomba. Se for instalado em área externa, devem ser acondicionados em caixas de proteção, em posição que não seja atingido pelos jatos dos aspersores. Para minimizar o comprimento da fiação elétrica, ele deverá ser centralizado ou próximo à região de maior concentração das válvulas.

O sensor de chuva deve ser instalado em um ponto afastado dos espaços verdes, num ponto onde não recebam água proveniente do sistema de irrigação e possam receber somente água da chuva sem obstáculos. Geralmente são instalados próximos à controladora, na beirada dos telhados.

4.1.8 Dimensionamento da fiação elétrica

Os fios elétricos vão levar a corrente até as válvulas, estando também incluídos no projeto, pois ao final, teremos uma lista de materiais completa para a realização do orçamento e instalação do projeto.

A instalação elétrica é padronizada pela empresa e para todo projeto deve conter:

- Eletroduto de ¾" por onde vão passar os fios até as válvulas.
- Cabo 1,5 mm PRETO (fase), um para cada válvula
- Cabo 1,5 mm BRANCO (comum ou neutro), um único ligando todas as válvulas.
- Cabo 1,5 mm AZUL, de ida e volta, que vai ligar o sensor de chuva ao controlador.

4.1.9 Arbitrando a bomba

Após a conclusão do design do projeto e cálculos hidráulicos ajustados, solicita-se ao software um novo cálculo hidráulico, para proceder-se à escolha da moto-bomba, (normalmente são usadas bombas centrífugas de eixo horizontal). Verifica-se qual o setor crítico do projeto, ou seja o que tiver maior perda de carga e/ou maior vazão. Escolhe-se então a pressão deste setor, que é fornecida em "bar", devendo-se converter a unidade para m.c.a. (1 bar = 10 m.c.a.). Arredonda-se o valor para mais e ainda soma-se 10 m.c.a. como margem de segurança.

Por exemplo: a pressão do setor crítico = 2,96 bar

2,96 bar = 29,6 m.c.a. + 10 m.c.a = 39,6 m.c.a.

A moto-bomba escolhida deve fornecer pelo menos 40 m.c.a.

A Hidro Sistemas trabalha basicamente com duas marcas de moto-bombas Schneider® e Thebe®. Procura-se no catálogo o tipo e a potência da bomba que forneça esta pressão e a vazão requerida.

Situado após o conjunto moto-bomba, no início da linha principal, fica o "cabeçal de controle", que é um conjunto de elementos (medidores de vazão, registros e manômetros, filtros, reguladores de pressão, etc) que servem para segurança e o adequado funcionamento do sistema.

4.1.9.1 Layout final do projeto

Elaboração de um croqui para ser apresentado aos clientes, que deverá conter os elementos principais do sistema, a linha principal e as laterais, o ponto de captação de água e o posicionamento dos equipamentos como controlador e válvulas e que vai acompanhar a proposta e orçamento.

4.2 Atividade II – Lista de material e orçamento

A grande praticidade do uso do RainCad[®] é que no final do projeto ele fornece uma lista completa de todo material que vai ser utilizado, aspersores, bocais, fitas de gotejamento, tubulações, emendas (joelhos, tes, conectores), válvulas, controladoras e material elétrico, bastando usar o comando “*Calculate report*” que ele produz a lista, que pode ser exportada como arquivo excel.

Alguns ajustes precisam ser feitos, para adaptação. Por exemplo, tubulações são vendidas em barras de 6m e o cálculo deve ter esta previsão.

4.3 Atividade III– Orçamento da mão-de-obra

Como a Hidro Sistemas projeta e também executa a instalação dos equipamentos, ela possui planilhas personalizadas para previsão de duração da obra em função do número de emissores que devem ser instalados, a necessidade de abertura de valetas e instalação da tubulação, válvulas, controlador e instalação da casa de bombas. Nesta mesma planilha, é feito o cálculo dos custos da mão de obra, incluindo desde salários de funcionários, diretos e terceirizados, alimentação e gastos com transporte e demandas trabalhistas.

4.4 Atividade IV– Elaboração de proposta aos clientes

Ao final de todo o projeto, incluindo aí as planilhas de custo tanto de materiais como mão de obra, é confeccionada uma proposta para ser enviada aos clientes, conforme padronização da empresa, juntamente com o croqui da planta de irrigação.

4.5 Atividade V – Acompanhamento de visita ao cliente

Em uma ocasião, apresentou-se a oportunidade de acompanhar o gerente de paisagismo da Hidro Sistemas a uma reunião de uma empresa incorporadora local, onde as várias equipes que compunham a construção civil explanariam seus respectivos projetos, momento interessante para a instrução, esclarecimentos e valorização da irrigação do paisagismo, no contexto de uma obra.

4.6 Atividade VI – Acompanhamento de obra e entrega técnica

De posse do croqui com a localização de todos os aspersores, é feita uma plotagem para orientar os técnicos quanto aos aspectos construtivos do sistema, onde as valetas para instalação da tubulação devem ser abertas e a localização exata e identificação dos emissores (ANEXO B).

Existem algumas regras básicas de instalação dos aspersores, pois eles devem ser colocados na mesma distância do bordo da calçada ou parede se houver e sempre no mesmo nível. Não devem ser instalados diretamente sobre a tubulação pois com o pisoteio poderiam danificar-se com facilidade. Os aspersores são instalados através de um tubo flexível, que permite movimentação lateral dos aspersores.

Antes de colocação dos bocais nos aspersores, o sistema deve ser ligado, para fazer uma limpeza na tubulação, pois sempre pode ficar impurezas no seu interior, como terra, restos de obra, fragmentos de tubulação, etc.

A entrega técnica é o momento em que pronta a obra, ela é entregue ao cliente. É o momento de demonstração do sistema funcionando, correção de ângulos dos aspersores, ajustes nos raios, enfim, a certeza de que tudo está funcionando como o planejado.

Neste momento, o cliente também é orientado sobre o funcionamento do controlador e o tempo de rega programado, conforme o tipo de solo, o clima e a necessidade das plantas.

5. DISCUSSÃO

O uso da automação na irrigação em paisagismo e na horticultura em geral, é um avanço indiscutível. É sinônimo de praticidade e acima de tudo eficiência no uso da água.

Poderíamos questionar seu uso para uma atividade pressupostamente considerada supérflua, no entanto são crescentes os movimentos sociais no sentido de reaproximação do Homem à natureza, inclusive nos espaços urbanos, com medidas que visam a enriquecer a paisagem e a qualidade do meio ambiente. Até mesmo nos espaços internos às construções, tem-se feito investimentos e criações de espaços que sejam agradáveis aos seus usuários. Há um apelo social para desenvolver valores que possam ir além da subsistência.

Vitrúvio, arquiteto e urbanista na antiga Roma já apontava a função sanitária do verde no ambiente urbano “[...] nos lugares abertos os humores prejudiciais ao corpo são absorvidos pelo ar [...] eu creio que nas cidades seja, sem dúvida, oportuno construir ao ar livre passeios muito amplos e ricos em plantas ornamentais” (PANZINE, 2013). Também é desta época a tradição do “*hortus*”, terreno de pequenas dimensões, ao redor das moradias, onde se cultivava plantas ornamentais, frutíferas, olerícolas, condimentares e aromáticas para uso familiar constituindo assim o jardim.

Nos países do primeiro mundo, os jardins foram muito valorizados e até símbolos de poder e ostentação, como por exemplo os Jardins de Versalhes na França que ainda hoje ocupam um importante papel de destaque na urbanização.

No Brasil dos nossos dias, crescem as demandas por serviços de paisagismo, implantação e manutenção das paisagens e a necessidade da formação de profissionais para esta área. Na Resolução N° 1 de 2 de fevereiro de 2006 do Ministério da Educação e Cultura (MEC), que institui as diretrizes curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia Agrônômica ou Agronomia, os saberes em Paisagismo, Floricultura, Parques e Jardins lá estão, como conteúdos profissionais essenciais à caracterização da identidade profissional.

E por ser a água um bem finito, é imprescindível a incorporação ao paisagismo, de demandas e preocupações ecológicas, tema que vem sendo explorado e expandido, com a consciência e o desenvolvimento de tecnologias de reuso de águas residuárias, bem como reaproveitamento de água das chuvas. Não é admissível nos dias atuais, usar água potável e até com flúor para usos menos nobres, como irrigação de jardins, lavagem de pisos e automóveis, até mesmo descarga para banheiros entre outros. Medidas de reaproveitamento da água pluvial

para fins não potáveis, principalmente em áreas urbanas, podem gerar economia de 15% no consumo de água do serviço público para uso residencial e comercial (TIMÓTEO,2012).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como esperado, é na prática que consolidamos os conhecimentos teóricos adquiridos durante o curso de graduação em Engenharia Agrônoma. A experiência atendeu plenamente as expectativas, permitindo a capacidade de desenvolver projetos de pequena a média complexidade na área de irrigação de paisagismo, com o auxílio dos colegas da empresa, que muito prontamente contribuíam para o meu crescimento como aluna e futura profissional da área de irrigação. O acompanhamento das obras também foi de muito proveito, pois permitiu entender como funciona uma construção como um todo e as suas interações com as várias equipes de engenharia.

Embora todo o projeto de construção de um sistema de irrigação para paisagismo tenha como base conceitos científicos, sejam de química, física, hidráulica ou agrônomicos, na prática é também uma arte.

O projeto é literalmente desenhado e a disposição dos elementos no desenho é uma escolha pessoal do projetista. É ele quem joga com as inúmeras possibilidades de emissores disponíveis no mercado, para compor um design eficiente, estético, funcional e econômico, obviamente desde que siga os princípios e regras fundamentais ditadas pela ciência.

Nesta experiência gratificante e extremamente produtiva chamou a atenção a agradável convivência com os funcionários da empresa Hidro Sistemas, não só no campo técnico, com a troca de saberes, mas também no campo das relações humanas, onde desenvolvemos uma cordial simpatia e respeito mútuo e a compreensão de que o sucesso de uma empresa, está diretamente relacionado com o bem estar funcional e a constante busca de novas tecnologias, novos conceitos.

É impossível falar em automação de irrigação sem vincular o tema às questões ambientais, sem insistir na necessidade da busca constante do bem-estar pessoal, sem pensar num futuro onde as pessoas possam produzir, no seu entorno, por menor que ele seja, um pequeno jardim, uma pequena horta e ter consigo o prazer imensurável de plantar e colher.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: água de chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de irrigação*. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008. 596 p.

BRASIL. MEC. Resolução nº 1, de 2 de fevereiro de 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/> Acesso em: ago 2015.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Organização, descrição, análise e interpretação de dados sobre a agricultura irrigada no Brasil**. Brasília, 2011. Disponível em: < www.ica.int/.../brasil/.../Painel04_estatistica_irrigacao_albuquerque.pdf> Acesso em: 30 ago. 2015.

CASTRO, N. **Apostila de Irrigação**. Instituto de Pesquisas Hidráulica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 56p., Porto Alegre, 2003.

COSTA, E. L.; OLIVEIRA, P. M.; Reis, J. B. R. S.; SIMÃO, F. R.; Oliveira, F. G. **Métodos e sistemas de irrigação**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 31, n. 259, p. 7-16, 2010.

DIAS, L. B.; **Água no paisagismo**. Monografia, 72p. Pós-Graduação *Lato-Sensu* em Plantas Ornamentais e Paisagismo. Universidade Federal de Lavras, Lavras UFL, 2004.

DRUMOND, L. C. D.; FERNANDES, A. L. T; **Projetos de Irrigação**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 31, n. 259, p. 26-42, 2010.

GIACÓIA NETO, J. **Curso de projetos e instalação de sistemas de irrigação para jardins e gramados**. Rain Bird Brasil Ltda, 79p, 2008.

LIMA, L. A.; BISCARO, G. A.; GEISENHOFF, L. O.; SILVA REIS, J. B, da; **Automação em de irrigação**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 31, n. 259, p. 71-79, 2010.

MELLO, J. L. P.; SILVA, L. D. B. **Irrigação**: apostila. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2008. 188p.

PANZINI, F. **Projetar a natureza** – Arquitetura da paisagem e dos jardins desde as origens até a época contemporânea. 719 p. São Paulo: Senac, 2013.

RAIN BIRD. **Um guia para proprietários sobre uso eficiente da água em espaços verdes**. Azusa, USA, 26p., 2006.

TIMÓTEO, F. T.; **A normatização do reuso de água residuária no Brasil. Monografia, Gestão Ambiental**, Universidade De Brasília Faculdade Planaltina- Planaltina - DF 2012.

Disponível em:

<http://bdm.unb.br/bitstream/10483/5117/6/2013_ThiagoFaquineliTimoteo.pdf> Acesso em: ago, 2015.

ANEXO A- ATIVIDADES I

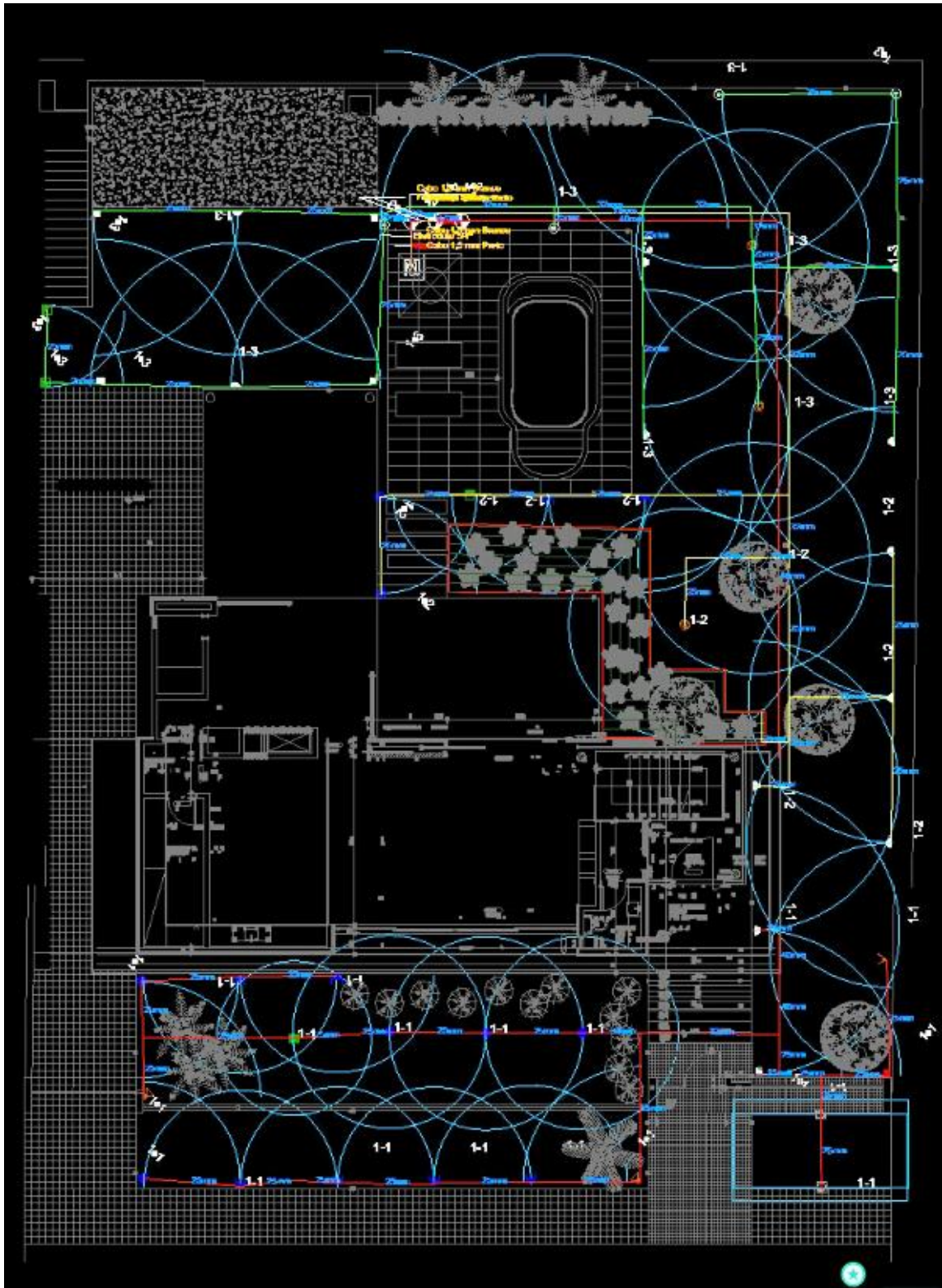


Foto 1- Layout do projeto de irrigação executado durante a atividade I

ANEXO B- ACOMPANHAMENTO DE OBRA E ENTREGA TÉCNICA

Foto 2- Instalação do aspersor spray, com tubo flexível afastado das bordas do canteiro



Foto 3- Aspersor do tipo spray em funcionamento; Projeto Boulevard Laçador



Foto 4- Aspersor do tipo rotor em funcionamento; Projeto Boulevard Laçador