



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

ANDRESSA ALVES COSTA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA GARDEN
CENTER JARDINS LTDA EIRELI (HIDROGARDEN), NO SEGUNDO SEMESTRE
DE 2020**

BRASÍLIA – DF

AGOSTO/2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

ANDRESSA ALVES COSTA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA GARDEN
CENTER JARDINS LTDA EIRELI (HIDROGARDEN), NO SEGUNDO SEMESTRE
DE 2020**

Sob a orientação do Professor

Dr. João José da Silva Júnior

Monografia submetida como
requisito para obtenção do Grau de
Engenheiro Agrônomo no Curso de
Graduação em Engenharia Agrônômica.

BRASÍLIA – DF

AGOSTO/2021

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

Relatório de estágio das atividades desenvolvidas na Garden Center Jardins LTDA EIRELI (Hidrogarden), no segundo semestre de 2020.

ANDRESSA ALVES COSTA

Projeto final de Estágio Supervisionado apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Professor. Dr. João José da Silva Júnior

Universidade de Brasília - UnB

Orientador

Professor Dr. Júlio Barêa Pastore

Universidade de Brasília - UnB

Examinador

Professora Dra. Selma Regina Maggiotto

Universidade de Brasília - UnB

Examinadora

FICHA CATALOGRÁFICA

COSTA, A. A.

Relatório de estágio das atividades desenvolvidas na Garden Center Jardins LTDA EIRELI (Hidrogarden), no segundo semestre de 2020. Andressa Alves Costa. Orientação: João José da Silva Júnior. Brasília, 2021. 67 p

Monografia Graduação (Agronomia) - Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2021.

1. Irrigação Automatizada. 2. Uso eficiente da água 3. Paisagismo.

I. JÚNIOR, J. J. S. II. Título: Dr.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, A. A. **Relatório de estágio das atividades desenvolvidas na Garden Center Jardins LTDA EIRELI (Hidrogarden), no segundo semestre de 2020**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2021, 67 p. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: ANDRESSA ALVES COSTA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: RELATÓRIO DE ESTÁGIO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA GARDEN CENTER JARDINS LTDA EIRELI (HIDROGARDEN), NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2020

Grau: 3º Ano: 2021.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Ao autor reserva-se outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

ANDRESSA ALVES COSTA

e-mail: dressa.ac98@gmail.com

Dedico a Deus, primeiramente, todo o meu esforço e trabalho e agradeço por todas as oportunidades para vencer e conquistar os desafios que surgiram ao longo desta jornada. A minha família e amigos agradeço por todo suporte, apoio e incentivo durante a realização de uma etapa tão importante.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as oportunidades a mim concedidas, pelos aprendizados e saúde para realizar sempre com dedicação cada tarefa que me foi dada, por me conceder sabedoria e humildade necessárias para entender e lidar com situações difíceis e que fugiam do meu controle e também pela coragem e determinação para enfrentar e buscar o novo. Agradeço e peço serenidade na busca e no exercício da resiliência para me reinventar a cada novo desafio.

Agradeço aos meus pais, Simone Alves dos Santos e Salomão Alves Costa, pela dedicação, transmissão de valores e fé, por não medirem esforços para poderem me oferecer a melhor educação e por lutarem comigo por cada pequena conquista. Aprendi com vocês o segredo da persistência e da determinação. À minha irmã e afilhados agradeço pelo cuidado e amor. Obrigada!

Agradeço ao meu namorado Leonardo, que esteve ao meu lado durante a maior parte dos anos de estudo na Universidade, por me fazer companhia nos dias de domingo no laboratório, por me apoiar, incentivar e sonhar o meu sonho.

Agradeço à Amanda Azevedo e à Amanda Gabriella, pela amizade, partilha e companheirismo desde as primeiras semanas do curso, mesmo em meio a dificuldades e rotinas diversas. A dedicação, competência e comprometimento de vocês me inspiram. Aos colegas de curso agradeço pelas atividades realizadas e vivências.

A todos os professores e colaboradores da FAV que contribuíram para a conclusão dessa etapa. À professora Dra. Cíntia Coelho pela oportunidade incomparável de realização de pesquisa com tão robusta base e suporte científico. E, em especial, ao professor Dr. João José da Silva Jr., pela paciência, suporte e atenção.

Agradeço à SEAGRI-DF pela oportunidade de estágio e liberdade para que eu pudesse escolher e passar pelas áreas de meu interesse ali dentro, pela confiança a mim cedida na SRF e por todos os ensinamentos e experiências obtidas.

Agradeço ao Sr. Ricardo pela oportunidade de estágio na área comercial, pela disponibilidade e ótima didática no esclarecimento e orientação das atividades e à Lavínia pelo esforço, dedicação e presteza.

Agradeço aos examinadores pela honra de fazerem parte da banca de avaliação.

E agradeço à Universidade de Brasília - UnB pela oportunidade de estudo, me oferecendo formação acadêmica ímpar, me preparando com excelência para a carreira profissional e me qualificando para o mercado de trabalho.

COSTA, A. A. **Relatório de estágio das atividades desenvolvidas na Garden Center Jardins LTDA EIRELI (Hidrogarden), no segundo semestre de 2020.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2021, 61 f. Monografia.

RESUMO

O presente trabalho detalha as atividades desenvolvidas, sob supervisão técnica, na empresa de irrigação GARDEN CENTER JARDINS (Hidrogarden), no período de 06/08/2020 a 07/11/2020. O objetivo foi apresentar todas as etapas de elaboração de um sistema de irrigação automatizada com o auxílio do *software* AutoCad[®] e pontuar as considerações pertinentes à estruturação de um bom projeto voltado para o paisagismo de parques, jardins e gramados. Foram abordados desde os pontos de análise da área a ser irrigada, passando pelo dimensionamento dos componentes do sistema, até o acompanhamento da obra e sua entrega técnica. Primando pelo uso inteligente da água nessa modalidade de irrigação, o sistema automatizado entra como tecnologia capaz de reduzir os desperdícios e aproveitar esse recurso de forma um pouco mais responsável e eficiente do que a rega manual. Todas as atividades contribuíram de forma significativa para a formação profissional e pessoal da estudante, preparando-a para atuar no mercado de trabalho. Desse modo, ressalta-se a importância do estágio obrigatório durante a graduação, com vistas à preparação do Engenheiro Agrônomo para situações práticas relativas ao exercício da profissão.

Palavras-chave: irrigação automatizada, uso inteligente da água, paisagismo.

ABSTRACT

The present work details the activities developed, under technical supervision, in the irrigation company GARDEN CENTER JARDINS (Hidrogarden), in the period from 08/06/2020 to 07/11/2020. The objective was to present all the stages of elaboration of an automated irrigation system with the aid of the AutoCad[®] software and to point out pertinent considerations to the structuring of a good landscaping project for parks, gardens and lawns. Points as the analysis of the area to be irrigated, dimensioning of the system components, monitoring of the work and its technical delivery were approached. Searching for the intelligent use of water in this type of irrigation, the automated system enters as a technology capable of reducing waste and taking advantage of this resource in a more responsible and efficient way than manual irrigation. All the activities contributed significantly to the student's professional and personal development, preparing her to work in the job market. Thus, the importance of the mandatory internship during graduation is emphasized in order to prepare the Agronomist for practical situations related to the exercise of the profession.

Keywords: automated irrigation, intelligent use of water, landscaping.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	3
3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA	4
4. AVANÇOS DA HIDRÁULICA E DA IRRIGAÇÃO	5
4.1 Irrigação no Brasil.....	7
4.2 Uso da irrigação para paisagismo	8
4.3 Fontes de água para a irrigação	9
4.4 Demanda Hídrica no Distrito Federal	10
4.5 Necessidade de irrigação no paisagismo	12
4.5.1 Quantidade de água necessária	13
4.5.2 Tempo de aplicação	16
4.6 Componentes de um sistema de irrigação automatizado.....	17
4.6.1 Controlador.....	17
4.6.2 Módulo link Wi-Fi.....	17
4.6.3 Válvulas	18
4.6.4 Emissores.....	19
4.6.5 Sensores de chuva.....	23
4.6.6 Sensores de umidade do solo.....	23
4.6.7 Filtros.....	24
5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	25
5.1 Dimensionamento do sistema de irrigação automatizada para paisagismo	25
5.1.1 Considerações preliminares para desenvolvimento dos projetos	26
5.1.2 Visita prévia ao cliente	26
5.1.3 Seleção dos emissores e construção do <i>layout</i>	27
5.1.4 Cálculos hidráulicos	29

5.1.5	Setorização e alocação das válvulas	29
5.1.6	Esboço das tubulações	30
5.1.7	Disposição da tubulação	31
5.1.8	Posicionamento do controlador e dos sensores de umidade.....	31
5.1.9	Dimensionamento da fiação elétrica.....	32
5.1.1.1	Determinação da bomba	32
5.1.1.2	<i>Layout</i> final do projeto	33
5.2	Orçamento de materiais	33
5.3	Orçamento da mão de obra	34
5.4	Elaboração e envio da proposta aos clientes	34
5.5	Acompanhamento da obra e entrega técnica	34
6.	DISCUSSÃO	36
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXO A	– Marcação dos pontos de alocação dos aspersores	44
ANEXO B	– Sistema de irrigação automatizada em funcionamento.....	45
APÊNDICE A	– Exemplo 1 de projeto desenvolvido no software AutoCad©	46
APÊNDICE B	– Exemplo 2 de projeto desenvolvido no software AutoCad©.....	47
APÊNDICE C	– Exemplo 3 de projeto desenvolvido no software AutoCad©.....	48
APÊNDICE D	– Exemplo 4 de projeto desenvolvido no software AutoCad©	49
APÊNDICE E	– Exemplo 5 de projeto desenvolvido no software AutoCad©.....	50
APÊNDICE F	– Exemplo 6 de projeto desenvolvido no software AutoCad©	51
APÊNDICE G	– Obtenção das medidas de base.....	52
APÊNDICE H	– Visita prévia, levantamento de dados e auxílio de fotografias	53
APÊNDICE I	– <i>Layout</i> final do projeto (Planta de Cobertura).....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo per capita de água por Região Administrativa.....	12
Figura 2. Controladores	17
Figura 3. Módulo LNK Wi-Fi.	18
Figura 4. Modelo de válvula solenoide	19
Figura 5. Aspersor spray	20
Figura 6. Bocal do tipo rotativo.	20
Figura 7. Aspersor do tipo rotor em funcionamento.	21
Figura 8. Tubo gotejador	22
Figura 9. Borbulhador do tipo sombrinha.	22
Figura 10. Micro spray em funcionamento.	23
Figura 11. Sensor de chuva.....	23
Figura 12. Sensores de umidade do solo	24
Figura 13. Filtros.	24
Figura 14. Construção do layout.	28
Figura 15. Raio dos emissores adotados no projeto da Figura 14.....	28
Figura 16. Setorização	30
Figura 17. Tubulação lateral.....	31
Figura 18. Detalhes da montagem dos aspersores do tipo spray (2a) e rotor (2b).	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores do fator de espécies - K_s	15
Tabela 2. Valores do fator de microclima - K_{mc}	15
Tabela 3. Valores do fator de densidade - K_d	15
Tabela 4. Eficiência da irrigação	15
Tabela 5. Valores para coeficiente o tanque - K_p	16
Tabela 6. Estimativa de E_{To} para o verão em diversos climas em função da temperatura e da umidade relativa do ar.....	16

1.INTRODUÇÃO

O apelo pelo uso sustentável dos recursos naturais tornou-se pauta recorrente na contemporaneidade, objetivando um melhor aproveitamento e a redução de possíveis conflitos relacionados à disponibilidade desses mesmos recursos ao longo do tempo. Essa problemática reflete fundamentalmente no fomento e na busca por novas tecnologias ou no aperfeiçoamento daquelas já existentes, de modo que as demandas sociais sejam atendidas com maior eficiência e de forma consciente quanto à conservação, ao uso adequado e à manutenção da oferta de riquezas naturais às próximas gerações. Tratando-se do uso da água na agricultura, os esforços voltados para sua melhor utilização podem ser vistos no desenvolvimento de produtos ou sistemas de irrigação que operam com baixas pressões e menor custo (ALVES, 2010), na captação e armazenamento de água das chuvas e na adoção de outras práticas de uso conservativo, assim descrito em Gontijo (2019), ou no reuso das águas de efluentes de esgoto doméstico tratados, como proposto por Hebling (2019), logrando resultados seguros, com produção vegetal livre de microrganismos nocivos à saúde humana e produtividades superiores quando comparadas ao método tradicional de irrigação empregado como controle.

Arelada à busca por bem-estar, qualidade de vida e conexão com espaços verdes em meio aos centros urbanos, a irrigação voltada ao paisagismo vem se destacando e ganhando espaço como ferramenta de suporte à manutenção das áreas vegetadas tanto em parques, jardins residências ou em jardins verticais, por exemplo. Esses últimos tornaram-se tendência mundial na segunda metade da primeira década de 2000 e, no Brasil, há pouco mais de cinco anos, legitimando sua versatilidade nos mais variados ambientes, como em fachadas de edifícios, paredes de salas comerciais e apartamentos, conferindo benefícios de regulação térmica e incremento à arquitetura e decoração do local (GHANNOUM, 2019).

A eficiência no uso da irrigação automatizada aplicada ao paisagismo viabiliza certa racionalidade e uso sustentável da água nesse setor, com o adicional controle e da programação dos turnos de rega poderem ser realizados por meio de módulos e aplicativos conectados à internet e de acordo com as condições climáticas atualizadas em tempo real e enviadas ao painel de controle, que permite também receber notificações caso ocorram falhas em algum dos setores (RAIN BIRD, 2019). O investimento nesse tipo de tecnologia está associado, em muitos casos, à busca por praticidade por parte de quem contrata o serviço, seja em razão do interesse pela diminuição de custos com mão de obra e com o consumo de água, que ocorre de forma não

uniforme na rega manual dos jardins, ou por efeito do tempo requerido nos cuidados e na periodicidade exigida pelas plantas a serem irrigadas no modelo manual.

A avaliação da demanda hídrica do jardim é fator de relevante importância para identificar e separar as áreas em zonas comuns quanto ao consumo de água, as chamadas hidrozonas. Considerando a demanda hídrica no Distrito Federal e o consumo da água, projetos paisagísticos que incluam plantas adaptadas às estações não chuvosas e o emprego de gramados com espécies de menor exigência hídrica, por exemplo, são caminhos que permitem a elaboração de projetos de irrigação mais sustentáveis. Dentro dessa situação ideal, a alocação de uma irrigação localizada àquelas plantas mais sensíveis ao estresse hídrico e a diminuição da vazão total do projeto para atender uma demanda menor por água otimizariam ainda mais o uso desse recurso tão importante e tão necessário às diversas atividades essenciais do dia a dia.

Dentro dessa vertente, encontram-se paisagistas que têm se destacado no uso de espécies ornamentais que demandam pouco ou nenhum consumo hídrico, conferindo aos jardins igual beleza e riqueza de cores e texturas. Merecem destaque nomes como Mariana Siqueira e Ximena Nazal,

Diante do exposto, a elaboração das propostas de irrigação durante a vigência do estágio considerava fatores como fonte de água disponível na área a ser irrigada, tipo de solo, grau de declividade do terreno, as necessidades e preferências do cliente e os tipos de vegetação presentes em cada setor quanto à espécie, altura e densidade de plantas e entre outros aspectos. No que se refere à viabilidade da execução dos projetos, com respeito à demanda hídrica, a construção ou alocação de reservatórios destinados exclusivamente à atividade de rega poderiam surgir como solução e sugestão, de acordo com cada situação, para atender características de vazão e para possibilitar uma adequada pressurização do sistema.

2. OBJETIVO

O presente trabalho teve o objetivo de discorrer sobre as atividades desenvolvidas, com supervisão técnica, na empresa de irrigação GARDEN CENTER JARDINS (Hidrogarden), no período de 06/08/2020 a 07/11/2020.

3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa individual de responsabilidade limitada Garden Center Jardins (Hidrogarden), localizada no Polo Verde do Lago Sul, Rod. DF 001 Km 27, loja 13, foi fundada pelo engenheiro agrônomo Ricardo Kornelius, formado pela Universidade de Brasília. A responsabilidade técnica do proprietário na área de irrigação ultrapassa os 25 anos e perpassa por experiência nos Estados Unidos na área de irrigação de gramados esportivos, sua paixão e especialidade.

A Hidrogarden oferece produtos e serviços referentes à irrigação, atividades paisagísticas, preparação de terrenos e prevenção a erosão e outras intempéries, além de consultorias a atividades agrícolas e pecuárias. Referente ao comércio varejista de materiais hidráulicos, a empresa conta com amplo portfólio para aspersores, controladores, kits de irrigação de baixo volume, válvulas, acessórios, motores e bombas. Ademais, atua predominantemente na execução de obras de parques e jardins residenciais, de condomínios, de edifícios ou em campos de futebol, de golfe e tênis.

O estabelecimento conta com uma equipe técnica de competência, formada por engenheiro agrônomo projetista de irrigação, vendedores locais, montadores e o setor de finanças e cobranças. Parcerias com empresas de paisagismo são frequentes e, nesses casos, a elaboração da proposta de irrigação é montada a partir do projeto paisagístico, como acessório indispensável à vitalidade das plantas escolhidas, quando estas possuem demanda hídrica a ser suprida.

Projetos vultuosos dentro e fora de Brasília foram realizados pela empresa ao longo de sua trajetória. No Distrito Federal destacam-se a execução de obras em embaixadas, hotéis, centros administrativos e empresariais, shoppings centers, manutenção em gramados de estádios como o Mané Garrincha e o Bezerrão e inúmeras obras residenciais.

4. AVANÇOS DA HIDRÁULICA E DA IRRIGAÇÃO

Segundo Giacoia (2014), a história da irrigação se confunde, muitas vezes, com a história da agricultura e da prosperidade econômica de diversos povos, visto que numerosas civilizações tiveram origem em regiões áridas, onde a produção e sobrevivência só eram possíveis com o uso da irrigação. Nota-se também, a partir da literatura, que a irrigação se apresenta como uma das primeiras modificações realizadas pelo homem primitivo no ambiente, garantindo a produção de alimento suficiente à subsistência e seu estabelecimento em dadas regiões (MELLO, 2006).

Os primeiros relatos de práticas voltadas à irrigação surgem por volta de 6.000 a.C., período em que importantes civilizações se desenvolviam nas proximidades de grandes rios, como no Egito, no rio Nilo (MELLO, 2006). Na Ásia os relatos datam de 4.500 a. C. com os povos Assírios, Caldeus e Babilônicos, na região que compreendia os rios Tigre e Eufrates (GIACOIA, 2008).

Os egípcios tornaram-se famosos pelos engenhosos empreendimentos realizados durante o reinado do faraó Ramsés III para o aproveitamento das águas do rio Nilo. A construção de diques, canais e represas por esse povo expressa o início do domínio da ciência da irrigação. Assim, com o auxílio desses empreendimentos, a água represada descia aos campos nas quantidades desejadas de acordo com a administração dos canais e comportas (MELLO, 2008).

Do mesmo modo, os Jardins Suspensos da Babilônia são um dos exemplos mais relevantes da ascensão de uma cultura botânica e estética em meio a construções civis. Eles foram construídos sobre o palácio do rei Nebuchadnezzar II para sua esposa, a 20 metros de altura. Tais jardins eram constituídos por terraços superpostos, erguidos sobre pilares e em forma de cubos ocos, de maneira a abrigar as espécies vegetais (VEIGA, 2002). Possuíam ainda escadas laterais dotadas de motores d'água para que a rega dos jardins fosse realizada com as águas do rio Eufrates (VEIGA, 2002).

Na China, a produção de arroz em terraços demandava abundantes esforços e os chineses utilizavam processos manuais, modificação do curso de rios e construção de canais para armazenar e levar a água até o alto das montanhas e fazer, conscientemente, sua distribuição em meio à plantação, sem que houvesse perdas significativas de água e do solo (MAIA, 2019) (FUKUDA, 1976). Na América, estima-se que o estabelecimento da agricultura

tenha começado antes do ano 5000 a. C. (HAGAN E AL., 1967) e a agricultura irrigada teve início por volta do ano 1000 a.C., sustentando densas civilizações como as Astecas e Incas (FUKUDA, 1976).

Com os avanços e o crescimento das civilizações, a irrigação passou por um processo de difusão mundial ao longo da história e ganhou novas nuances. A agricultura irrigada foi de expressiva importância, e continua sendo, para a produção de alimentos ao redor do mundo e para o atendimento da demanda alimentar de populações crescentes.

Algumas regiões de países como Israel, com regimes de chuvas esparsos e clima desértico, tiveram que se adaptar e desenvolver metodologias de captação de fontes subterrâneas, de reúso e de dessalinização da água, para destinar esse recurso à produção agrícola e outras finalidades de forma eficiente. Como consequência, os recursos hídricos nesse Estado são aproveitados, até o momento, dentro da mais moderna tecnologia e com o rendimento muito acima do visto em outros países (TOGNA, 1972).

Mais recentemente, com a fixação e desenvolvimento de conhecimentos relativos à ciência da irrigação, transformações vieram moldando o que temos de mais moderno e versátil nessa área hoje. Antes da produção das primeiras tubulações, que eram feitas em ferro galvanizado, a irrigação se dava majoritariamente por sulcos e inundação, isso até meados do século XIX (GIACOIA, 2008). A invenção do primeiro aspersor de impacto por Orton Englehart, produtor de citros na Califórnia, em 1933 inaugurou uma nova era na irrigação mundial e na produção de alimentos (GIACOIA, 2014), seguida pela revolução ocasionada à indústria hidráulica com o começo da fabricação de tubos em policloreto de vinila, os tubos PVC.

Com a abertura do mercado de produtos confeccionados a partir da adoção do plástico pelas indústrias, componentes da irrigação tornaram-se mais acessíveis e impulsionaram a irrigação agrícola. Concomitantemente, o desenvolvimento de produtos de irrigação para atender áreas paisagísticas teve seu início. A prosperidade desse nicho da irrigação permitiu o aperfeiçoamento dos equipamentos e a produção de tecnologias que direcionam os sistemas para automação e para o uso cada vez mais eficiente da água em gramados e jardins, além de proporcionar comodidade aos adeptos dessa tecnologia.

Mais recentemente, no entanto, a Califórnia vem adotando medidas restritivas no uso da água em decorrência de vultuosa crise hídrica instalada na região desde meados de 2014.

Tais medidas afetam produtores, que se veem inclinados à mudança nas plantações e adoção de cultivos que requerem menor quantidade de água para gerar boa produtividade (CNN, 2021). Quanto aos jardins, há necessidade de adequação a uma paisagem tolerante à seca e o fim do uso de grama, como já dizia Jay Famiglietti, pesquisador em Hidrologia e Sensoriamento Remoto na Universidade da Califórnia. A irrigação localizada, dessa forma, toma destaque no enfrentamento de crises e na conscientização da população quanto à necessidade da redução no consumo de água para fins paisagísticos.

4.1 Irrigação no Brasil

Segundo Castro (2018), o início da produção de culturas irrigadas no Brasil se deu no estado do Rio Grande do Sul, em meados dos anos 1880, principalmente na cultura do arroz. Para essa cultura eram adotadas técnicas de irrigação por inundação e as áreas irrigadas eram integradas por pequenos trechos. A propagação da agricultura irrigada progrediu lentamente até o século XX, a partir daí houve notável fortalecimento da agricultura brasileira e aperfeiçoamento no uso dos recursos hídricos, sendo parte disso reflexo do crescimento demográfico e de transformações na economia nacional (CASTRO, 2018).

A exigência por uma produção maior de alimentos culminou na expansão das áreas de cultivo e na busca pelo incremento da produtividade por intermédio do uso de novas tecnologias de produção e a agricultura irrigada configurou-se como uma delas (LIMA et al. 2003). No entanto, somente a partir dos anos de 1970 a atividade ganhou impulso nas demais regiões do país, podendo beneficiar uma parcela maior da população e viabilizar a agricultura em períodos não chuvosos ou em localidades com má distribuição pluviométrica.

As ações governamentais voltadas ao fomento e desenvolvimento da irrigação e drenagem agrícolas caracterizam-se por sua descontinuidade até a metade da década de 1960. A partir desse período, esforços voltados principalmente para a região nordeste entram com impulso em uma nova fase e ocorre a busca por conhecimentos em âmbito global sobre os recursos naturais disponíveis, além da criação de oportunidades para a expressão da iniciativa privada nos campos de irrigação e drenagem voltados à agricultura (MI, 2008).

O mercado de irrigação para paisagismo, porém, teve início de fato apenas no ano de 1990, com a abertura das importações e do comércio exterior pelo governo federal (GIACOIA, 2008). Desse modo, instalaram-se as primeiras empresas de irrigação de jardins e gramados esportivos no Brasil e a oferta de produtos de alta performance e sistemas inteligentes tornaram-

se crescentes. Nesse setor o legado da economia e do uso inteligente da água são suas maiores propagandas, isso quando comparado a sistemas manuais de rega e pela presença de central de controle e sensores de umidade, que otimizam as aplicações.

4.2 Uso da irrigação para paisagismo

Como um dos fatores mais importantes para a manutenção da saúde dos jardins, a depender das espécies empregadas, a água é elemento imprescindível para assegurar a longevidade de projetos paisagísticos e mantê-los elegantes e vistosos em todos os períodos do ano, principalmente em regiões de clima seco e com baixa adoção de paisagens adaptadas aos períodos de estiagem. Logo, o valor de uma irrigação bem projetada é inestimável nesses casos.

O consumo de água utilizada para a irrigação de áreas verdes pode ser reduzido em 50% com o provimento de sistemas de irrigação automatizada nesses espaços, em detrimento a uma irrigação realizada manualmente, de maneira não uniforme (GIACCOIA, 2008), e de 45% a 73% quando da adoção de sensores de umidade ao longo dos jardins (DUKES, 2013). Na Flórida, por exemplo, é obrigatória a adoção de tecnologias acopladas ao controlador que indiquem e inibam a rega quando a unidade for suficiente e não existir necessidade de irrigação (DUKES, 2013). Esse mesmo estudo mostra que a ocorrência de economia de água é maior com a utilização do sensor de umidade do solo em relação ao sensor de chuva. Nota-se, no entanto, que no Brasil ainda é muito comum a rega de jardins por caminhões pipa, principalmente em áreas públicas e em jardins condominiais. Tanto a rega manual quanto esse tipo de suprimento hídrico são vias que oferecem uma eficiência de aplicação mínima, pautadas apenas na percepção visual de quem faz a aplicação. Tais situações proporcionam desperdícios desmedidos de água e são realizadas, geralmente, em horários e em intervalos de rega fora do que é o recomendado.

A cultura da irrigação automatizada voltada para o paisagismo pode ser considerada ainda incipiente até o momento, mas em crescimento, embora apresente amplas vantagens e uma infinidade de setores que a consomem. Por se tratar de uma tecnologia cara, a irrigação automatizada é mais frequentemente encontrada em bairros de luxos e em empreendimentos comerciais. O investimento nessa categoria de irrigação, a despeito do valor inicial relativamente alto, gera certa harmonia na utilização da água, pelo uso mais consciente, quando se trata de um sistema bem dimensionado, que adota tecnologias específicas para otimizar a aplicação e utilizar os menores volumes possíveis ao suprir a demanda hídrica das plantas

ornamentais e apenas nos momentos necessários. Por esses motivos, o uso da automação produz igualmente benefícios econômicos a médio e longo prazo.

Complementarmente, a adoção de práticas de manejo contribui para uma irrigação assertiva e de fato sustentável, posto que existem diferenças significativas entre disponibilizar água às plantas (molhar) e irrigar. Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), irrigar significa suprir a deficiência de água às plantas em quantidade e momento adequados. Dessa maneira, quando se trata de manejo de irrigação, além do grau de automação, a escolha do método de irrigação, a utilização de sensores de umidade e a definição de quanto e quando irrigar são medidas que tornam o uso da água eficiente e evitam sua utilização de forma indevida e sem técnica.

Quanto às áreas compatíveis à instalação da irrigação automatizada, destacam-se: jardins residenciais, parques públicos, campos esportivos, paredes verdes, obras comerciais, resorts, despoejamento de estradas, hípicas, hortas urbanas, limpezas de painéis solares, entre outros. Verifica-se que são múltiplas as possibilidades de aplicação do sistema automatizado dentro da agricultura, do paisagismo e da arquitetura.

4.3 Fontes de água para a irrigação

As fontes de água para irrigação podem ter origem superficial (rios, córregos, canais, barragens), subterrânea (poços) ou serem provenientes de sistemas de reaproveitamento de água das chuvas ou de efluentes domésticos. Nos dois primeiros casos, para a utilização da água com fins irrigáveis os órgãos responsáveis devem conceder anuência aos solicitantes para garantir a gestão dos recursos hídricos e afastar conflitos relacionados ao seu uso, uma vez que a água é um recurso escasso e um bem precioso para a sociedade.

No Distrito Federal a outorga pode ser solicitada junto a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa). Vazões de até 1 litro por segundo e armazenamento de até 86.400 litros dispensam a outorga e podem ser substituídos por um registro de uso da água (GOINTIJO, 2019). Segundo a Resolução nº 16 da Adasa, de julho de 2018, propriedades atendidas pela concessionária podem requerer a outorga para perfuração de poços do tipo cisterna desde que possuam, no mínimo, 400 m² de área permeável e finalidade do uso exclusivo par irrigação.

Ambas as situações são frequentes nas residências das regiões com apelo pela irrigação automatizada para os jardins. Compete aos órgãos reguladores a correta gestão dos recursos

hídricos, cabendo as permissões do seu uso serem concedidas com base em estudos e previsões a longo prazo dos efeitos que a liberação em volume para atender exclusivamente ao paisagismo podem acarretar, uma vez que esse pode ser considerado um fim não essencial.

Como alternativa sustentável, a escolha pela captação da água das chuvas tem tomado espaço e pode também se configurar como uma escolha economicamente mais vantajosa pela redução de custos com as tarifas pagas à concessionária. Da mesma forma, a utilização de águas cinzas (efluentes tratados que provém da lavagem de roupas, lavatórios e chuveiros) tem entrado em pauta com a possibilidade do seu reaproveitamento na irrigação (BARROS, 2015).

4.4 Demanda Hídrica no Distrito Federal

A água é um recurso natural finito de importância substancial à sobrevivência dos seres vivos e para o desenvolvimento de inúmeras atividades essenciais e cumpre importante função social. A conservação e a gestão desse elemento desempenham, portanto, papel fundamental para a disponibilidade às futuras gerações e para a distribuição proporcional à demanda de cada região. O Distrito Federal, apesar da baixa disponibilidade hídrica superficial, está localizado no bioma Cerrado, que é considerado o “berço das águas” (CODEPLAN, 2018). Nessas regiões estão presentes diversas áreas de recarga hídrica e nascentes de rios, sendo esses importantes fatores que dão suporte a grande parte das bacias hidrográficas brasileiras (LIMA e SILVA, 2005).

Segundo a Adasa (2018), de forma estimada e considerando apenas os dois principais usos da água no DF, 55% se dá para o abastecimento público e 45% para a irrigação, sendo bastante perceptível a correlação do uso e a ocupação do solo com as finalidades de utilização hídrica. Há o predomínio de pivôs centrais e captação de água para irrigação na região leste do DF, enquanto que na região oeste, ocorrem muitas demandas para o abastecimento humano. Incontestavelmente, as captações da Caesb localizam-se mais próximas às áreas urbanas, como mostram os mapas desse mesmo estudo.

Também com base nos dados de outorga da Adasa, as captações nas regiões centrais do DF, principalmente Lago Sul e Lago Norte, caracterizam-se para fins de irrigação de jardins. Justamente nessas regiões estão localizados os maiores consumos per capita, atingindo cerca de 400 litros por habitante por dia no ano de 2019, valores muitas vezes maior do que o encontrado em regiões como a Ceilândia, por exemplo, que ficou abaixo dos 100 litros por habitante por dia no mesmo período (Figura 1) (Adasa, 2019).

Essas informações corroboram com o que é observado na contratação dos serviços de automação da irrigação voltada para jardins. A disposição de grandes receitas na Capital, o abundante número de espaços públicos, residenciais e comerciais com área verde e centros comerciais ávidos pelo paisagismo fazem do Distrito Federal um importante mercado consumidor desse tipo de tecnologia e com amplo potencial para o desenvolvimento desse setor. Portanto, a conjuntura do DF, maior PIB per capita do Brasil e oitavo maior PIB entre os estados da Federação, segundo o Atlas 2020 da Companhia de Planejamento do Distrito Federal (Codeplan), também colaboram com o exposto.

Entretanto, o uso da água em atividades supérfluas e não essenciais, como para a irrigação de parques e jardins, com justificativa quase que exclusivamente monetária deve ser devidamente monitorado. Além de estudos que indiquem os impactos dessa modalidade de consumo hídrico e da sua estimativa de ampliação ao longo do tempo, a previsão de tecnologias que otimizam o manejo da irrigação nesses sistemas devem ser requisitos imprescindíveis à liberação da água para tal finalidade. Tudo isso objetivando o uso racional desse recurso e o suprimento apenas do mínimo necessário aos jardins, com vistas a sanções àqueles que não se alinharem dentro desse propósito.

Bem como em outros estados, o DF passou por período de crise hídrica entre os anos de 2016 e 2018, quando o volume dos reservatórios atingiu níveis críticos, sendo necessário o racionamento de água. A referida crise resultou de inúmeros fatores somados ao longo do tempo, estando entre eles o aumento populacional junto à ocupação territorial desordenada, a ausência de investimentos públicos em infraestrutura para captação e distribuição de água e o longo regime sem chuvas, característico da região, como aborda o relatório de Gestão da Crise Hídrica da Adasa e de outros agendes públicos em 2018.

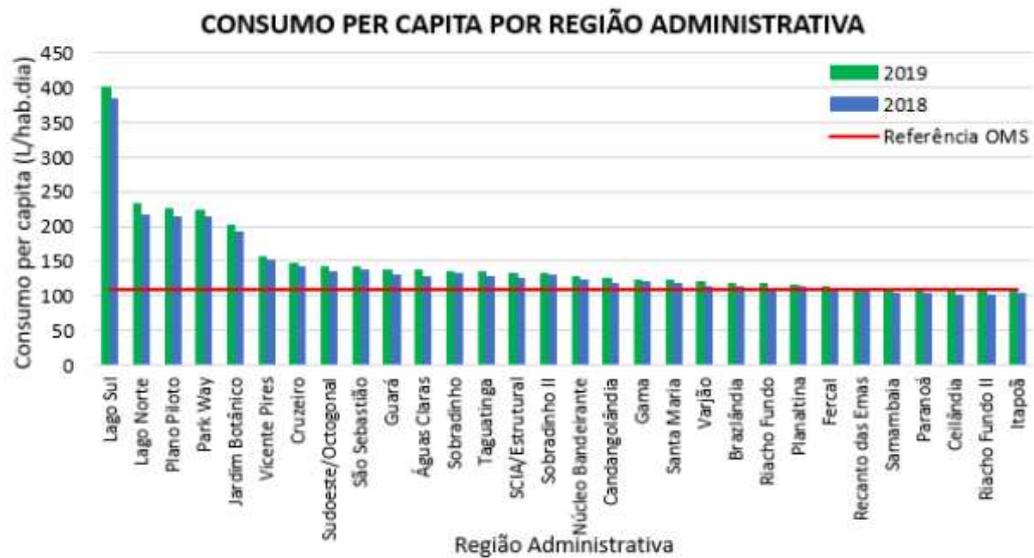


Figura 1. Consumo per capita de água por Região Administrativa. (Fonte: Adasa., 2020)

4.5 Necessidade de irrigação no paisagismo

Com vistas a corrigir a distribuição natural das chuvas com o auxílio de técnicas que deslocam a água no espaço de forma a complementar demais práticas agrícolas, a irrigação tem sido ponto de notável interesse, modificando as condições de disponibilidade hídrica de cada região (LIMA et al. 2003). No paisagismo ou em qualquer cultura, princípios básicos para uma irrigação eficiente são seguidos. Segundo Tomaz (2009), esses princípios são: 1. Quantidade de água necessária a ser aplicada na planta e no solo. 2. Tempo de aplicação correto. 3. Aplicar a água de forma uniforme. 4. Evitar o escoamento superficial (*runoff*) e drenagem profunda.

Os valores adotados para a estimativa de irrigação no paisagismo servem como orientação para balizar a rega nos jardins, uma vez que a obtenção da evapotranspiração exata nesses ambientes ainda é um desafio. Isso se justifica pela variada combinação de vegetação, que mescla, por vezes, árvores, gramas e espécies ornamentais diversas em diferentes densidades, condições de microclima e estádios de desenvolvimento. Segundo a Embrapa (1996), diante das dificuldades de obtenção direta da evapotranspiração, métodos indiretos são amplamente empregados e possibilitam resultados satisfatórios.

De qualquer maneira, o manejo da irrigação é tarefa obrigatória para o fornecimento de sistemas bem dimensionados e sustentáveis. Enquadram-se nas estratégias de manejo: a escolha do sistema de rega mais apropriado e de menor consumo, o grau automação do sistema, o emprego de tecnologias como sensores de umidade do solo e sensores de chuva, o monitoramento por estações meteorológicas e manutenções periódicas no sistema.

4.5.1 Quantidade de água necessária

Buscada a gestão eficiente dos recursos hídricos aplica-se, comumente, a equação seguinte para determinação da necessidade de água a ser aplicada na irrigação do paisagismo:

$$N_L = ET_L - P_e \quad (1)$$

Onde:

N_L = quantidade de água necessária à irrigação (mm);

ET_L = Evapotranspiração do paisagismo (mm);

P_e = precipitação efetiva mensal (mm).

A precipitação efetiva (P_e) pode ser determinada com base em dados históricos mensais ou dados atuais diários e é calculada como sendo no máximo igual a 70% da precipitação média mensal ou da precipitação efetiva diária (Silva, C. L e Sandri, D). Na época seca do ano a precipitação efetiva pode ser considerada nula e a quantidade de água necessária à irrigação satisfaz a seguinte função:

$$N_L = ET_L \div IE \quad (2)$$

Onde:

N_L = quantidade de água necessária à irrigação (mm);

ET_L = Evapotranspiração do paisagismo (mm);

IE = Eficiência de irrigação.

A Evapotranspiração do paisagismo (ET_L) é resultado da Equação 3 e considera o cálculo do coeficiente de paisagismo (K_L), que envolve a multiplicação do tipo de vegetação utilizada no paisagismo (fator de espécies - K_s), o microclima no entorno do paisagismo (fator de microclima – K_{mc}) e a proximidade das plantas (fator de densidade – K_d) (ZLOCHEVSKY, 2020). Os valores desses fatores são apontados nas Tabelas 1, 2 e 3. Por sua vez, a Eficiência de irrigação (IE) é mostrada na Tabela 4 e, de acordo com o consumo de água das plantas presentes, quanto melhor for a separação da irrigação em hidrozonas, melhor será a eficiência de irrigação.

Nas tabelas de K_s , K_{mc} e K_d , os parâmetros alto, médio e baixo dizem respeito ao grau de exigência de água para cada tipo de vegetação que constitui a área de paisagismo a ser irrigada, ao grau de interferência por sombreamentos e ventos e à densidade em que estão empregadas as espécies. A ação de ventos, os sombreamentos e a presença de construções interferem de forma notória no ambiente local e no microclima formado. Essas informações, todavia, enquadram-se dentro de um critério subjetivo, uma vez que a escolha desses valores fica a cargo da experiência do projetista ao realizar a análise da área. Por exemplo, ainda não existem tabelas que forneçam o K_s para cada tipo de planta.

$$ET_L = ET_O \times K_L \quad (3)$$

Sendo:

ET_L = Evapotranspiração do paisagismo (mm)

ET_O = Evapotranspiração de referência (mm/mês);

K_L = coeficiente de paisagismo.

Existem diferentes métodos de obtenção da Evapotranspiração de Referência (ET_O). De acordo com o que explica Tomaz (2009), a Evapotranspiração de referência (ET_O) pode ser obtida multiplicando-se o coeficiente do Tanque Classe A - K_p (Tabela 5), que depende do vento local, da umidade relativa do ar e do tamanho da bordadura admitida no Tanque Classe A. Ela pode também ser estimada a partir da interseção de dados do clima e da umidade relativa do ar, UR (%), conforme a Tabela 6. Dentre outros métodos indiretos encontram-se Blaney-Criddle e Hargreaves, amplamente empregados em vários locais do mundo pela menor exigência de informações climáticas (Embrapa, 1996). Já o método de Penman-Monteith exige grande número de dados meteorológicos, mas também é comumente utilizado. Dados de séries históricas de evapotranspiração de referência e precipitação efetiva também podem ser incorporados para o estudo do déficit hídrico da região e cálculo da demanda por irrigação nos períodos mais secos do ano por unidade de área, em m^2 , de jardim.

Tabela 1. Valores do fator de espécies Ks

Vegetação	Alto	Médio	Baixo
Árvores	0,9	0,5	0,2
Arbustos	0,7	0,5	0,2
Forrações: plantas rasteiras	0,9	0,5	0,2
Mistura de árvores, arbustos e gramas	0,9	0,5	0,2
Gramados	0,8	0,75	0,6

Fonte: Costelo, et al. (1991)

Tabela 2. Valores do fator de microclima Kmc

Vegetação	Alto	Médio	Baixo
Árvores	1,4	1,0	0,5
Arbustos	1,3	1,0	0,5
Forrações: plantas rasteiras	1,2	1,0	0,5
Mistura de árvores, arbustos e gramas	1,4	1,0	0,5
Gramados	1,2	1,0	0,8

Fonte: Costelo, et al. (1991)

Tabela 3. Valores do fator de densidade Kd

Vegetação	Alto	Médio	Baixo
Árvores	1,3	1,0	0,5
Arbustos	1,1	1,0	0,5
Forrações: plantas rasteiras	1,1	1,0	0,5
Mistura de árvores, arbustos e gramas	1,3	1,0	0,6
Gramados	1,0	1,0	0,6

Fonte: Costelo, et al. (1991)

Tabela 4. Eficiência da irrigação

Tipo de irrigação	Eficiência da irrigação
Sprinkler para irrigar árvores e arbusto	0,85 a 0,90
Gotejamento	0,85 a 0,90
Sprinkler rotor em plantas com filas maiores que 2,40m de largura	0,75
Sprinkler em spray(bocal) em plantas com filas maiores que 2,40m de largura	0,625
Sprinkler em plantas com filas menores que 2,40m de largura	0,40

Fonte: Water Efficient Landscape, 1998 AWWA

Tabela 5. Valores para coeficiente o tanque - Kp

Vento (Km/dia)	Tamanho da bordadura (m)	Umidade relativa (%)		
		< 40	40 - 70	> 70
Leve < 175	1	0,55	0,65	0,75
	10	0,65	0,75	0,85
	100	0,70	0,80	0,85
Moderado 175 - 425	1	0,50	0,60	0,65
	10	0,60	0,70	0,75
	100	0,65	0,75	0,80
Forte 425 - 700	1	0,45	0,50	0,60
	10	0,55	0,60	0,65
	100	0,60	0,65	0,70
Muito forte > 700	1	0,40	0,45	0,50
	10	0,45	0,55	0,60
	100	0,50	0,60	0,65

Fonte: Doorenbos e Pruitt (1976)

Tabela 6. Estimativa de ETo para o verão em diversos climas em função da temperatura e da umidade relativa do ar

Clima	Definições para verão	ETo (mm/dia)	
Frio úmido	< 19°C >50%UR	2,54	3,81
Frio seco	19°C a 29°C <50%UR	3,81	5,08
Meio quente úmido	19°C a 29°C	3,81	5,08
Meio quente seco	19°C a 29°C <50%UR	5,08	6,35
Quente úmido	> 29°C >50%UR	5,08	7,62
Quente seco	> 29°C >50%UR	7,62	11,43

Fonte: The Irrigation Association, 2005

4.5.2 Tempo de aplicação

O tempo máximo de aplicação da irrigação em minutos é fornecido pela Equação 3:

$$AT = (N_L \times 60) / AR \quad (4)$$

Onde:

AT = Tempo de aplicação (min);

N_L = quantidade de água necessária à irrigação (mm) e

AR = taxa de aplicação do emissor (mm/h).

4.6 Componentes de um sistema de irrigação automatizado

De modo sintetizado, o sistema de irrigação automatizado é composto por controlador, válvulas, emissores e sensores de umidade. A tubulação é dividida em adutora, ou tubulação principal, que vai da fonte de água até as válvulas e tubulação secundária, que compreende as linhas da válvula até os emissores.

4.6.1 Controlador

Também conhecido como programador ou *timer*, o controlador (Figura 2) é responsável por organizar os turnos de rega e o tempo necessário para que se atinja a lâmina de água exigida por cada setor. A programação pode ser feita escolhendo-se os dias da semana, o intervalo entre irrigações, os horários para o acionamento da motobomba e o tempo de cada rega, ficando a critério do proprietário, ou de acordo com a capacidade do reservatório, parcelar a aplicação de água nas áreas. Existem controladores capazes de atender uma quantidade de setores variável. Para obras residências, os mais usados são os controladores de 4 e 6 setores a depender do tamanho e das condições da área irrigável.

Existem também controladores a bateria, ideais para locais onde não há ponto de energia elétrica instalado, ou onde não há a recomendação da passagem de fiação elétrica (TREMPER, 2015). Quando a vazão total do sistema é baixa, até $2\text{m}^3/\text{s}$ para cada ponto de saída de água, pode-se utilizar controladores de torneira, mais conhecidos como temporizadores.



Figura 2. Controladores. (Fonte: COSTA, A. A., 2020)

4.6.2 Módulo link Wi-Fi

Para que se tenha o total controle do sistema de irrigação de qualquer parte do mundo com acesso à internet, a escolha pela instalação do módulo link *Wi-Fi* (Figura 3) ao controlador

é decisiva. Com essa opção as configurações estão ao alcance do *smartphone* ou *tablet* e informações meteorológicas obtidas pela internet são remetidas ao controlador podendo gerar ajustes automáticos finos, conforme os dados são recebidos.



Figura 3. Módulo *Wi-Fi*. (Fonte: Rain Bird, 2020)

4.6.3 Válvulas

A válvula é um componente hidráulico acionado por solenoide elétrico, controlando, assim, sua abertura e fechamento para a entrada de água no sistema. O estímulo elétrico é dado pelo controlador em uma corrente elétrica alternada de 24 V.

Cada setor automatizado é controlado por uma válvula solenoide (Figura 4). A abertura para a passagem da água da fonte para as tubulações secundárias ocorre por setor, dessa forma, é acionada uma válvula por vez, de acordo com a programação.

A setorização do projeto de irrigação gera subsistemas que diferem entre si quanto ao tipo de rega empregado, a depender das características da vegetação usada na composição do paisagismo, o que implica, também, em diferenças hidráulicas e funcionais entre as áreas irrigadas. Essas diferenças são importantes e permitem a redução da potência da motobomba, uma vez que o dimensionamento desse conjunto é realizado em função do setor que demanda as maiores vazões e perdas de carga, ou daquele mais crítico.

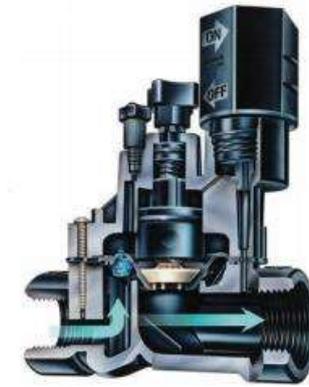


Figura 4. Modelo de válvula solenoide. (Fonte: Rain Bird, 2020)

4.6.4 Emissores

São os componentes responsáveis pela distribuição da água sobre o solo. Sua escolha no projeto deve ocorrer de maneira a proporcionar uma sobreposição adequada ao raio da lâmina irrigada e conferir uniformidade da distribuição de água ao sistema. Funcionam como dissipadores de pressão das linhas. Os emissores podem ser do tipo aspersores (*spray*, rotativos e rotores), gotejadores, micro sprays e borbulhadores. Os aspersores do tipo escamoteável, ou embutido, devem ser instalados no nível do solo para não ferir a estética do paisagismo, permitir a poda com o auxílio de máquinas, evitar o vandalismo em locais públicos, e permitir a passagem segura de pessoas pelo jardim (GIACCOIA, 2008). Esses aspersores acima mencionados ficam embutidos em um sistema retrátil (*pop-up*), mantendo o bocal e sua haste dentro dessa estrutura até que a válvula seja acionada e libere pressão na tubulação, fazendo com que eles emerjam. As características de cada emissor buscam atender às exigências estéticas atreladas ao paisagismo:

i. *Spray*: São os emissores mais populares, lançando a água em forma de leque e proporcionando uma irrigação rápida e uniforme. Os modelos de maior de *pop-up* são mais empregados em pequenos arbustos e conjunto de plantas.

Os *sprays* são utilizados em áreas com menores dimensões, em áreas com avançado volume de plantas e em locais que demandem o direcionamento muito preciso da água. Os ângulos ajustáveis dos bocais costumam ser de 0° a 360° a depender da marca. Aqueles da categoria VAN (*variable arc nozzle*) podem ser facilmente ajustados dentro dessa trajetória de raio. Existem ainda bocais de faixa central, faixa lateral, faixa de canto e de final de faixa.



Figura 5. Aspersor spray. (Fonte: Giacoia, 2008)

ii. Rotativos: São utilizados onde o uso dos *sprays* não tem aplicação, ou seja, em áreas com dimensões superiores a 6 m de largura, taludes, locais com solo compactado, para o despoeiramento de estradas e em gramados esportivos, por exemplo. Possuem raios giratórios múltiplos e taxa de precipitação baixa, 15 mm/h, economizando água e diminuindo erosão e o escoamento superficial. Trabalham bem em locais com muito vento, pois possuem gotas grandes e ângulos de trajetória baixos. Por possuírem pressão de trabalho e taxa de precipitação semelhantes aos rotores, podem ser instalados no mesmo setor que eles. Os aspersores rotativos podem ainda ajudar na correção de problemas de projetos com espaçamentos errados e com baixa pressão por possuírem menor vazão e maior raio.

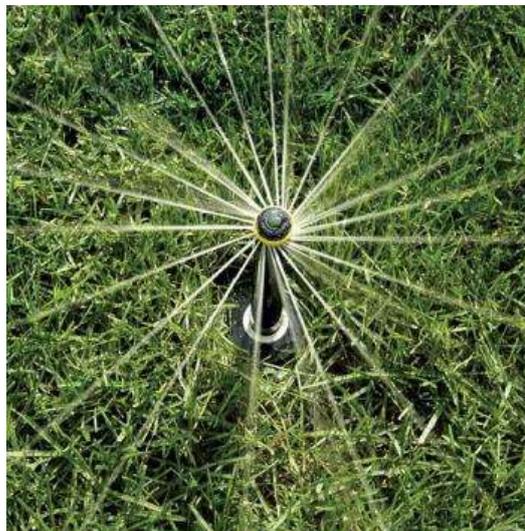


Figura 6. Bocal do tipo rotativo. (Fonte: Giacoia, 2008)

iii. Rotor: No paisagismo possuem amplos rios de alcance, que variam de 4,6 m a 35 m e precisam de maiores pressões para operar. Aplicam a água de forma mais lenta que os sprays por funcionarem na mesma vazão para atenderem raios bem maiores. Assim, são recomendados para áreas extensas e àquelas que apresentam taludes. As vazões variam de 1 m³/h a 26 m³/h.



Figura 7. Aspersor do tipo rotor em funcionamento. (Fonte: Hunter Industries, 2021)

iv. Gotejadores: Inventados nos anos 1960, em Israel, os gotejadores foram os primeiros emissores de baixo volume concebidos e foram usados inicialmente na agricultura (GIACOIA, 2008; TOMAZ, 2009). O objetivo dos gotejadores é aplicar a lâmina de água diretamente na zona radicular das plantas, de forma localizada. Esse tipo de irrigação economiza 30% de água em comparação com a aspersão, como cita Tomaz (2009), e é muito usado em situações de áreas declivosas. Pode ser utilizada para a rega de vasos, com gotejadores autocompensantes, por exemplo, ou na rega de arbustos e forragens através de tubos gotejadores.

Como a irrigação no paisagismo preza bastante pela discrição e estética, existem marcas que oferecem a opção de tubos gotejadores enterrados que contém tecnologias capazes de driblar a intrusão por raízes, é o caso do escudo de cobre, inibindo o crescimento e o entupimento por essa causa. Assim, a irrigação por gotejamento com a tecnologia descrita, embora de maior custo, torna-se viável a áreas gramadas de forma sutil e sem a preocupação com entupimentos ao longo da linha de gotejo pelas raízes, além de proporcionar um sistema mais racional de utilização da água.



Figura 8. Tubo gotejador. (Fonte: Rain Bird, 2020)

v. Borbulhadores: Utilizados geralmente em áreas pequenas e estreitas ou em instalações verticais de paredes verdes e vasos. Constituem-se como emissões de baixas vazões, dispensando de 0,13 m³/h a 0,8 m³/h. Existem diversos tipos de borbulhadores (Figura 9), como os do tipo sombrinha e de respingo. O primeiro é recomendado para irrigação de árvores, plantas isoladas e pequenos arbustos, já o segundo é ideal para jardineiras, vasos e pequenos jardins.



Figura 9. Borbulhador do tipo sombrinha. (Fonte: Giacoia 2008)

vi. Micro sprays: São emissores de baixa vazão e pequeno diâmetro de gota. Atuam com ângulos de 360°, 180° e 90°. Raios de alcance de 0 a 4 m e vazão de 0 a 117 L/h. Recomendados para a irrigação de árvores frutíferas ou para uso dentro de estufas.



Figura 10. Micro spray em funcionamento. (Fonte: Giacoia 2008)

4.6.5 Sensores de chuva

Acoplado ao sistema, o sensor de chuva (Figura 11) interrompe automaticamente o funcionamento da irrigação durante períodos chuvosos, por meio de envio de sinal elétrico ao controlador, e só permite o retorno de seu funcionamento quando o solo necessitar de água novamente (GIACOIA, 2014). Além de economizar água, esse dispositivo prolonga a vida útil do sistema de irrigação. Deve ser instalado em locais abertos, à plena exposição de chuva.



Figura 11. Sensor de chuva. (Fonte: COSTA, A. A., 2020)

4.6.6 Sensores de umidade do solo

Os sensores de umidade do solo (Figura 12) medem a umidade e a condutividade elétrica do solo, o uso desses dispositivos pode gerar economia significativa de água quando comparado a sistemas que não utilizam tais ferramentas ou utilizam apenas o sensor de chuva (DUKES,

2013). Para atender a demanda de umidade dentro do paisagismo eles transferem os dados diretamente ao controlador.



Figura 12. Sensores de umidade do solo. (Fonte: Fondriest Environmental, 2021)

4.6.7 Filtros

Os filtros são de grande importância aos sistemas de irrigação, pois coletam partículas capazes de entupir com facilidade os emissores. A adição dos filtros ao sistema confere confiabilidade e reduz os custos de mão de obra com manutenção. Comumente, os emissores já apresentam filtros acoplados de fácil remoção para limpeza, ademais alguns filtros instalados junto às válvulas apresentam não só a função de filtragem como também o mecanismo de regulação de pressão na saída (Figura 13).



Figura 13. Filtros. (Fonte: COSTA, A. A., 2020)

5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

À princípio foi contada a trajetória da empresa, houve a apresentação da mesma, de suas dependências e dos funcionários. Como primeiro passo, foi disponibilizado o “Catálogo de Produtos de Irrigação” do ano de 2020 da marca Rain Bird[®] e uma planilha de dimensionamento hidráulico da linha principal e dos ramais contendo a equação de Hazen-Williams (Equação 5). Foi falado sobre as etapas de elaboração dos projetos de irrigação e ressaltados pontos para se chegar a um bom delineamento.

Equação de Hazen-Williams:

$$H_{pc} = 10,643 \cdot (L_{LP} / D_{LP}^{4,87}) \cdot (Q_{LP} / C)^{1,85} \quad (5)$$

Onde:

L_{LP} = comprimento da linha principal (m)

D_{LP} = diâmetro da linha principal (m)

Q_{LP} = vazão da linha principal (m³ /s)

C = coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams

Ocasionalmente, como parte das atividades, havia o acompanhamento de Webinars e vídeo conferências de empresas especializadas em irrigação.

5.1 Dimensionamento do sistema de irrigação automatizada para paisagismo

Primeiramente houve um breve treinamento em desenho vetorial no AutoCad[®]. Para *download* e uso do *software* foi utilizada a licença para estudantes disponibilizada pela Autodesk[®], que é válida por um ano, com a possibilidade de renovação após a apresentação de comprovante de matrícula regular na instituição de ensino.

Dentro do *software*, a escolha e alocação dos emissores é feita manualmente, bem como os cálculos hidráulicos, a divisão dos setores e a alocação dos sensores, das válvulas e da bomba. Da mesma maneira ocorre com a distribuição da rede hidráulica de cada setor, com a representação do encanamento principal e das linhas secundárias, e com o dimensionamento da tubulação e dos fios elétricos necessários para a instalação e funcionamento do sistema.

Ao longo da vigência do estágio foram desenvolvidos diversos projetos (APÊNDICES de A a F), inicialmente aqueles mais simples, dotados de poucas limitações quanto à execução

e poucos elementos, até projetos mais rebuscados, com múltiplos setores e tipos de emissores, projetos em centros empresariais, com a necessidade de passagens especiais às tubulações, e projetos que precisassem atender plenamente a planta paisagística. Os grandes projetos, comumente para pessoas jurídicas, eram realizados por um projetista em específico e os cálculos hidráulicos e orçamentários, bem como a elaboração do *layout* ocorriam de forma automática no *software* HydroLANDSCAPE[®]. Essas etapas ocorriam com a entrada da planta baixa da área e das especificações da irrigação. Infelizmente não houve tempo hábil e licença disponível para o aprendizado e manipulação desse *software*.

5.1.1 Considerações preliminares para desenvolvimento dos projetos

De posse da planta baixa do local em arquivo de desenho, *dwg*, formato compatível com o AutoCad[®], importantes informações são dali extraídas para a confecção do projeto. São elas: área total, localização da fonte de água, cotas, taludes, disposição de cercas, passagens e pontos da rede elétrica, por exemplo (TREMPEL, 2015). Eventualmente os clientes fornecem plantas baixas em formato pdf e faz-se necessária a transformação desse documento para linhas e textos, feito pelo comando “*explode*” do AutoCad[®].

Como é comum a comunicação direta entre empresas de irrigação e paisagistas, ocorre muito o envio das plantas de paisagismo ou dos arquivos do memorial paisagístico das edificações, que são essenciais para a elaboração de um sistema de irrigação assertivo e compatível quanto aos tipos de vegetações empregadas na composição dos jardins.

O levantamento ou a leitura do inventário das espécies vegetais, espaçamento, altura e densidade de plantas, é de fundamental importância para a escolha dos emissores ideais segundo essas características.

5.1.2 Visita prévia ao cliente

Quando o cliente não possui o arquivo *dwg* com as dimensões e informações da área, plotamos no AutoCad[®] um rascunho contendo os limites da propriedade e discriminamos as áreas secas no *layout*, tudo isso por intermédio de imagens de satélite obtidas no Google Earth Pro[®]. Ajustamos, então, a escala do desenho pelo comando “*escale*”, com base em alguma medida fornecida pela ferramenta “*régua*” do Google Earth[®]. Para confirmar as dimensões da área, bem como observar aspectos como a topografia, posicionamento da fonte de água e o tipo de vegetação presente, agendamos a visita prévia.

A análise da área e a conversa com o responsável do local são determinantes para se observar as características do ambiente, como o tipo de solo, a existência de declives, a vegetação, a formação de sombras e saber sobre a disponibilidade de água. As medições permitem e fazer a correta estimativa da área total irrigável (APÊNDICES G). Essas e outras situações que indiquem variações na demanda hídrica do projeto podem ser recordadas com o apoio de fotografias tiradas no momento das visitas (APÊNDICES H).

5.1.3 Seleção dos emissores e construção do *layout*

Como preparação para a elaboração do projeto, suprime-se os elementos desnecessários como legendas, mobiliário, vegetação, “desligando-se” essas camadas do desenho, as *layers*. Dessa forma, mantém-se a planta baixa disponível para a inserção dos elementos de irrigação.

A coloração do arco adotada para representar o raio de distribuição da água foi verde para aspersores do tipo spray, azul para os do tipo rotor e as linhas de gotejamento foram representadas também em verde. De acordo com as especificações do fabricante, com o raio de alcance do emissor, com as dimensões da área e demais características do local, selecionam-se aqueles mais indicados para o projeto. Ao longo do tempo, o projetista desenvolve também preferências relativas aos produtos ofertados no mercado e o desempenho deles nos projetos, e torna cada desenho e execução únicos.

Algumas ponderações devem ser levadas em conta para a alocação dos aspersores ou gotejadores. Começar a distribuição dos aspersores pelos cantos (90°) e seguir a sequência de ângulos de 180° até se chegar à amplitude total, 360°, manter uma boa sobreposição entre o alcance dos aspersores, de modo que a distância entre eles seja igual ao seu raio (irrigação “pé a pé”), evitar produzir zonas de excesso ou de falta de água pelo excesso ou falta de linhas de irrigação e emissores e suprimir o molhamento indevido de calçadas, muros e paredes.

É importante observar a compatibilidade entre os aspersores, de modo que não se misture, principalmente, os tipos rotor e spray sob o controle da mesma válvula, pois eles apresentam vazões, pressão de serviço e raios de alcance muito diferentes, sendo os rotores mais utilizados para diminuição da vazão da irrigação de grandes áreas. Assim, os aspersores rotativos se encaixam bem com os rotores, não sendo recomendada sua instalação no mesmo setor que os sprays. Para o gotejamento as linhas são traçadas com espaçamentos que variam de 30 cm a 60 cm de acordo com o tipo de solo e com o auxílio dos comandos de linha guia,

“boundary line”, “polyline” ou “off set”. Os tubos gotejadores usados variavam entre o de 12 mm e 17mm de espessura.

No projeto da Figura 14 a irrigação foi personalizada para um jardim já consolidado. Avaliamos a disposição das árvores e plantas presentes em cada setor e definimos os emissores e suas respectivas disposições no *layout* de acordo com as particularidades e a dimensão de cada área. As características de cada emissor são detalhadas na Figura 15, eles são do tipo VAN, podendo ter os ângulos ajustados de 0 a 360°, os raios dos aspersores variam de 3,1 m a 4,6 m de alcance, enquanto que as vazões vão de 0,33 m³/h (10 VAN a 180°) a 0,84 m³/h (15 VAN a 360°).

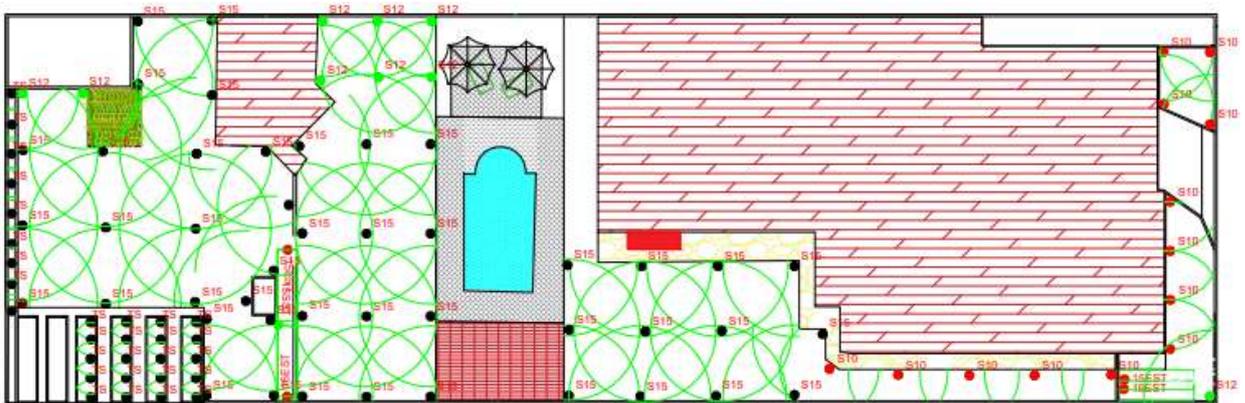


Figura 14. Construção do *layout*. (Fonte: COSTA, A. A. e LIMA, L. L. B. Brasília, 2020.)

Série 10 VAN							Série 12 VAN							Série 15 VAN						
Trajetória de 10°							Trajetória de 15°							Trajetória de 23°						
Bocal	Pressão bar	Alcance m	Vazão m ³ /h	Vazão l/s	Precip. mm/h	Precip. mm/h	Bocal	Pressão bar	Alcance m	Vazão m ³ /h	Vazão l/s	Precip. mm/h	Precip. mm/h	Bocal	Pressão bar	Alcance m	Vazão m ³ /h	Vazão l/s	Precip. mm/h	Precip. mm/h
360° Arco	1,0	2,1	0,44	0,12	96	111	360° Arco	1,0	2,7	0,35	0,10	55	63	360° Arco	1,0	3,4	0,59	0,16	52	60
	1,5	2,4	0,53	0,15	89	103		1,5	3,2	0,42	0,12	47	54		1,5	3,9	0,68	0,19	47	55
	2,0	2,7	0,57	0,16	76	88		2,0	3,6	0,48	0,13	46	53		2,0	4,5	0,75	0,21	41	48
	2,1	3,1	0,59	0,16	63	73		2,1	3,7	0,54	0,15	44	51		2,1	4,6	0,84	0,23	40	46
270° Arco	1,0	2,1	0,33	0,09	96	111	270° Arco	1,0	2,7	0,27	0,07	55	63	270° Arco	1,0	3,4	0,44	0,12	52	60
	1,5	2,4	0,40	0,11	89	103		1,5	3,2	0,32	0,09	47	54		1,5	3,9	0,51	0,14	47	55
	2,0	2,7	0,43	0,12	76	88		2,0	3,6	0,36	0,10	46	53		2,0	4,5	0,56	0,16	41	48
	2,1	3,1	0,48	0,13	68	79		2,1	3,7	0,40	0,11	44	51		2,1	4,6	0,63	0,18	40	46
180° Arco	1,0	2,1	0,22	0,06	96	111	180° Arco	1,0	2,7	0,18	0,05	55	63	180° Arco	1,0	3,4	0,30	0,08	52	60
	1,5	2,4	0,27	0,08	89	103		1,5	3,2	0,21	0,06	47	54		1,5	3,9	0,34	0,09	47	55
	2,0	2,7	0,29	0,08	76	88		2,0	3,6	0,24	0,07	46	53		2,0	4,5	0,37	0,10	41	48
	2,1	3,1	0,33	0,09	71	82		2,1	3,7	0,27	0,07	44	51		2,1	4,6	0,42	0,12	40	46
90° Arco	1,0	2,1	0,11	0,03	96	111	90° Arco	1,0	2,7	0,09	0,02	55	63	90° Arco	1,0	3,4	0,15	0,04	52	60
	1,5	2,4	0,13	0,04	89	103		1,5	3,2	0,10	0,03	47	54		1,5	3,9	0,17	0,05	47	55
	2,0	2,7	0,14	0,04	76	88		2,0	3,6	0,12	0,03	46	53		2,0	4,5	0,19	0,05	41	48
	2,1	3,1	0,17	0,05	73	85		2,1	3,7	0,13	0,04	44	51		2,1	4,6	0,21	0,06	40	46

Figura 15. Raio dos emissores adotados no projeto da Figura 14. (Fonte: Rain Bird, 2020)

5.1.4 Cálculos hidráulicos

Feitas as análises da seleção e da alocação dos emissores e certificando-se de uma correta escolha, é hora de calcular a vazão total do projeto usando-se os dados fornecidos pelo fabricante no catálogo dos produtos, considerando os cálculos das perdas de carga na linha principal. Realiza-se também os cálculos para dimensionamento das linhas laterais ou secundárias. Para o cálculo das perdas de carga localizada, adotava-se 10% da altura manométrica total (Hm) calculada. Segundo o Manual de Irrigação da UFV, essa perda pode ser estimada em 5% do total da Hm.

Existem diferentes formas de cálculo da vazão total de projeto, como sugere o Informe Agropecuário da EPAMIG. Na empresa, esse cálculo era realizado de forma direta, a partir de das informações das vazões fornecidas pelos fabricantes e considerando-se o somatório das vazões requeridas pela quantidade de aspersores necessários à execução do projeto de irrigação, dentro da angulação prevista para a instalação de cada um deles.

5.1.5 Setorização e alocação das válvulas

A separação dos setores ocorre de acordo com a escolha da válvula e sua vazão máxima limita o quanto de água um setor pode demandar. O número de válvulas presentes no projeto é resultado da divisão da vazão total requerida pelo sistema por um número próximo à vazão total da válvula, a depender da topografia do terreno (Equação 6). Geralmente, por segurança, dividíamos por 8m³/s de acordo com cada projeto. As válvulas mais utilizadas nas instalações residenciais geralmente são de 1”, com vazão até 9m³/h. Para resultados fracionados, arredonda-se para mais, se necessário, e adiciona-se um setor.

$$\text{Quantidade de setores} = \text{Vazão total do projeto} / 8 \quad (6)$$

Acontece de alguns setores apresentarem vazões diferentes, mas a prioridade é tentar manter a vazão das válvulas o mais uniforme possível para evitar a sobrecarga da bomba e o funcionamento em condições severamente desiguais. A alocação da motobomba é ilustrada pelo símbolo “” ou por representações gráficas e as especificações são dadas na parte final do projeto, quando ocorre sua arbitração.

As válvulas são representadas pelo símbolo “” e devem ser dispostas o mais próximo da bomba quando a divisão dos setores permitir, evitando-se maiores perdas de carga. No projeto da Figura 16, os setores foram inicialmente alocados, quanto ao seu número e disposição

ao longo do jardim, conforme o pedido do cliente. Para manter a vazão o mais uniforme possível, sem deixar de atender completamente o desejo do cliente, optamos por manter 6 setores, que variaram de 3,72 m³/h a 5,14 m³/h de vazão.

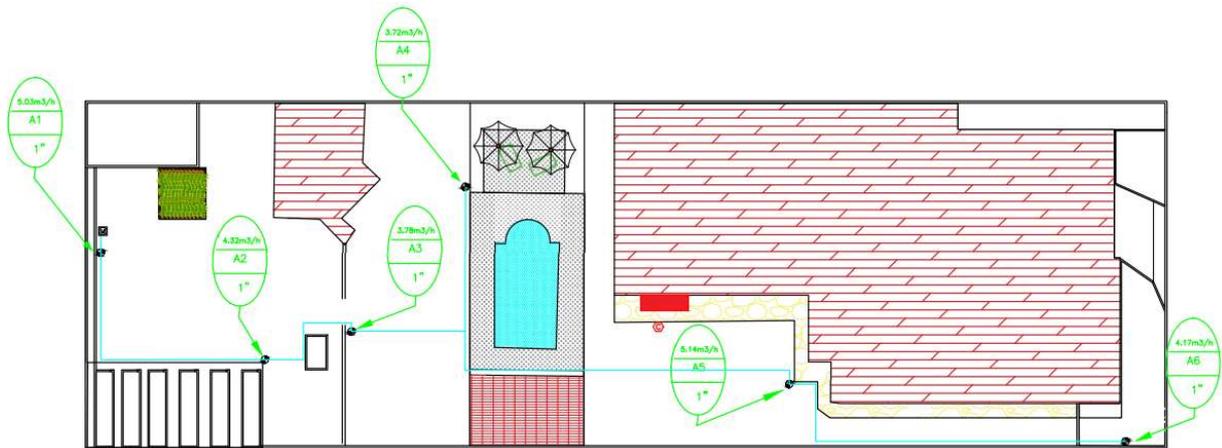


Figura 16. Setorização. (Fonte: COSTA, A. A. e LIMA, B. L. L. Brasília, 2020)

5.1.6 Esboço das tubulações

As tubulações são plotadas manualmente com o auxílio do comando “Lines” e da função “Ortho” para manter os traços paralelos ao eixo X ou ao eixo Y, formando linhas perfeitamente retas em relação ao eixo do cursor. Liga-se ponto a ponto e setor por setor de forma a interligar toda a estrutura do sistema e com a maior eficiência e estratégia prática para facilitar o trabalho dos montadores durante a instalação.

A tubulação principal compreende o ponto de captação da água até as válvulas e é representada pela cor ciano, especificando a tubulação DN 50. Já as tubulações laterais são aquelas que conectam as válvulas aos emissores, apresentando diâmetros decrescentes ao longo do trecho. Representadas também com linhas simples no comando “line”, a tubulação secundária DN 32 apresenta-se na cor azul escuro e DN 25, na cor vermelha. A plotagem da tubulação secundária é mostrada a seguir, na Figura 17, e da tubulação principal na Figura 16.

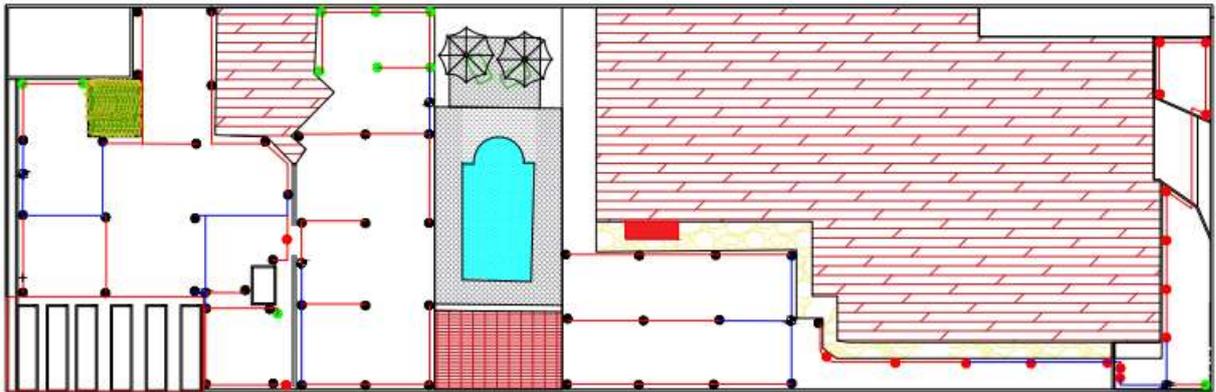


Figura 17. Tubulação lateral. (Fonte COSTA, A. A. e LIMA, B. L. L. Brasília, 2020)

5.1.7 Disposição da tubulação

Leva-se em conta a perda de carga em cada trecho com o auxílio da Equação 5, disponibilizada em planilha, e, com base na vazão total que as linhas laterais irão transportar e no comprimento do trecho, especifica-se o diâmetro do tubo. Importante avaliar os trechos para que a velocidade da água não ultrapasse 2,5 m/s, mantendo, por segurança, até 1,8 m/s, de maneira a prevenir a perda de carga excessiva e, com isso, evitar a possibilidade de danos à tubulação e a outros componentes do sistema. (GIACOIA, 2008).

Quando a perda de carga está com valores muito grandes, o ideal é aumentar o diâmetro da tubulação da linha ou da adutora, se necessário, lembrando que a perda de carga máxima não deve ultrapassar 20% da pressão de serviço dos aspersores entre o primeiro e o último deles e a vazão entre os aspersores não deve variar mais que 10% (BISCARO, 2009).

5.1.8 Posicionamento do controlador e dos sensores de umidade

O controlador é posicionado perto da motobomba, ao ponto de energia mais próximo ou de acordo com a preferência do cliente, recomendando-se que o mesmo seja instalado fora das dependências internas da residência, quando for o caso, para que durante as manutenções não haja necessidade de adentrar à casa. Quando instalado em área externas sem proteção, recomenda-se o acondicionamento em caixas protetoras e de modo que não seja atingido pela trajetória da água dos aspersores.

O sensor de chuva deve ser alocado em espaços abertos, livre à incidência de raios solares e de chuva e sem que sejam molhados por outras fontes de água. Geralmente são instalados nas margens de telhados ou muros. Os sensores de umidade do solo são instalados rentes ao sistema radicular do gramado ou das demais plantas, com a finalidade de acompanhar a umidade junto à zona radicular e logo abaixo dela.

5.1.9 Dimensionamento da fiação elétrica

Responsáveis por levar a corrente elétrica do controlador até as válvulas, os fios fazem parte da lista de materiais do projeto. Por padronização, a instalação do sistema automatizado deve conter basicamente: eletroduto de ¾" para passagem dos fios até as válvulas; rolo de cabo flexível, quadro de comando e disjuntor. Os diâmetros dos cabos flexíveis são adotados considerando-se a perda de tensão admissível ao sistema de acordo com a distância do controlador até as válvulas e o diâmetro que permite essa comunicação dentro dos padrões de tensão requeridos.

5.1.1.1 Determinação da bomba

Para o dimensionamento da bomba deve-se considerar o setor mais crítico, pois atendendo a ele, os demais estarão com as necessidades de alimentação supridas. Na determinação do ponto crítico, observam-se algumas características como o setor que apresenta maior perda de carga, o ponto que estiver mais distante do conjunto motobomba e a válvula de maior vazão.

Após os cálculos hidráulicos e a identificação do ponto crítico, admite-se outras variáveis, sendo elas a pressão de serviço (PS) dos emissores escolhidos, a perda de carga do setor, não podendo passar 20% da PS, a perda de carga da válvula e do filtro e mais 10% da soma desse total para considerar as perdas de cargas das conexões ao longo da tubulação. Temos então as informações necessárias para escolher a bomba.

A partir daí, procura-se no catálogo de bombas o tipo e a potência que mais se adequam quanto à pressão e vazão exigidas. Normalmente são usadas bombas centrífugas submersas nos projetos residenciais.

A perda de carga pelas conexões é considerada mínima e pode também ser estimada pelo método dos comprimentos equivalentes. Para fins de orçamento de projeto considerava-se 10% para o cálculo da perda de carga localizada.

Na literatura, a altura manométrica total é dada pela Equação 7 (SALASSIER et al., 2006). Muitos autores assumem as perdas de carga localizadas como 5%, logo, adiciona-se esse valor sobre o valor da Hm como previsão de outras perdas de carga no sistema que podem surgir, como a perda de carga localizada nos filtros e nas válvulas.

$$H_m = h_{fp} + DN_p + h_{fr} + DN_r + h_{fs} + DN_s + P_{in\ LL} \quad (7)$$

H_m = altura manométrica (mca);

H_{fp} = perda de carga na linha principal (mca);

DN_p = diferença de nível ao longo da linha principal (m);

H_{fr} = perda de carga na tubulação de recalque (mca)

DN_r = diferença de nível de recalque (m);

H_{fs} = perda de carga na tubulação de sucção(mca);

DN_s = altura de sucção (m);

$P_{in_{LL}}$ = pressão no início da linha lateral (mca).

5.1.1.2 Layout final do projeto

Os croquis apresentados aos clientes devem conter os elementos principais do sistema de irrigação, como o ponto de captação de água, as linhas de tubulação principal e secundária, posicionamento das válvulas, da bomba e do controlador. No APÊNDICE I é mostrado o modelo final da planta de cobertura, ajustada a escala 1/100 para a impressão em papel A0. Essa planta mostra os raios de alcance de cada aspersor e o posicionamento de cada um, além da legenda e dos dados de revisão do projeto durante a obra.

Também são confeccionadas as plantas de tubulação principal e secundária de forma separada e que trazem, respectivamente, a representação da bomba e das válvulas, bem como o esboço da tubulação e dos eletrodutos ao longo do terreno.

Todas as modificações são transferidas para o projeto obtendo-se então a descrição de acordo como ocorreu a instalação. É o chamado “*as built*”.

5.2 Orçamento de materiais

A lista de matérias é montada com a quantidade de aspersores e válvulas presentes no projeto, a metragem de tubo gotejador, quando usado, conectores, caixas de válvulas, controlador requerido, fiação, metragem da mangueira e das tubulações principal e secundárias, tubo flexível, conjunto motobomba, módulo, sensor de chuva e tudo que for necessário à execução da obra.

5.3 Orçamento da mão de obra

A mão de obra envolvida e o tempo de execução estão intimamente ligados ao tamanho do projeto. Como a Hidrogarden também executa a instalação da irrigação, é necessária a previsão da abertura de valas, conexão da tubulação, instalação dos emissores, válvulas, bomba, controlador e sensor de chuva. Assim, inclui-se os custos com os funcionários diretos e terceirizados, gastos com deslocamento e alimentação, essencialmente.

5.4 Elaboração e envio da proposta aos clientes

A empresa possui um modelo padronizado de proposta de irrigação contendo a descrição detalhada dos materiais necessários para a instalação do sistema de irrigação, custos e garantias. É apresentado um breve histórico de obras vultosas que foram por eles executadas e, junto desse documento, enviamos ao cliente o esboço do croqui de cobertura.

5.5 Acompanhamento da obra e entrega técnica

Os materiais são separados e enviados à locação da obra. Com o auxílio do croqui, os técnicos observam os aspectos de execução do sistema e sinalizam os locais onde ocorrerão a abertura de valas para abrigo da tubulação e fazem as marcações com bandeirinhas onde cada emissor será instalado, identificando qual o tipo de bocal, como exibido no ANEXO A.

As valas devem ter profundidade entre 30 e 50 cm para a rede adutora e de no mínimo 30 cm para as redes secundárias, para que se diminua o risco de impactos e danos. As válvulas são instaladas dentro de caixas apropriadas e, preferencialmente, devem ficar abaixo do nível do solo já que possuem tampa de acesso para facilitar as manutenções.

Os aspersores devem ser instalados todos no mesmo nível e não são inseridos diretamente na tubulação. Eles são conectados em um tubo flexível (Figura 18), que permite a movimentação lateral dos mesmos e o posicionamento de forma que não fiquem visíveis. Possíveis alterações no projeto inicial devem ser registradas para que sejam colocadas no projeto final ou para que o dimensionamento seja refeito.

A entrega técnica é o momento de testar junto ao cliente o sistema instalado, atestando o funcionamento completo de todas as suas partes. Nesse momento podem ocorrer ajustes nos ângulos de abertura dos aspersores para atender melhor aqueles posicionados nos cantos. É nesse momento também que são apresentadas as garantias dos produtos utilizados e da

instalação. No ANEXO B é mostrado o sistema de irrigação em funcionamento referente ao projeto utilizado como exemplo na construção do *layout*.

Todas as orientações quanto ao funcionamento do controlador, da programação do tempo de rega de cada setor, os melhores horários para a aplicação da irrigação, quantos e quais dias irrigar são passadas ao cliente. Em locais de clima seco, como em Brasília, irrigar no início da manhã ou no final da tarde são considerações interessantes a se fazer, pois nesses horários as perdas por evaporação e evapotranspiração são menores. Contudo, deve haver acompanhamento e atenção ao aspecto do jardim, caso ocorra a formação excessiva de umidade, avaliar a rega ao final da tarde ou a quantidade de água aplicada para que não ocorra formação de microclima propenso ao desenvolvimento de fungos.

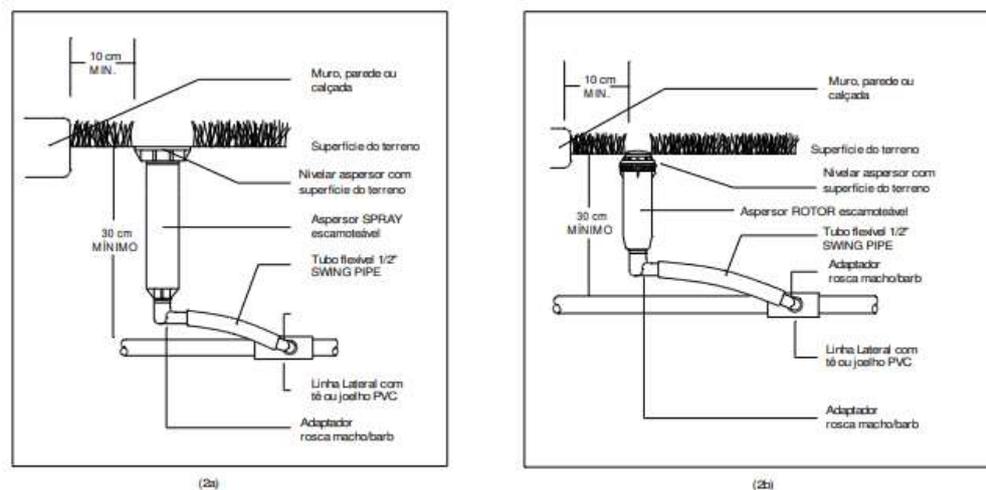


Figura 18. Detalhes da montagem dos aspersores do tipo spray (2a) e rotor (2b). (Fonte:Giacioia, 2008)

6.DISCUSSÃO

Como mecanismo que contribui para a busca por meios mais sustentáveis de compor os segmentos do paisagismo e escapando do enfoque agrícola, a irrigação automatizada para jardins e gramados tem trazido tecnologias que permitem o melhor aproveitamento da água, desde que lhe seja dado o correto manejo, e promovendo, dessa forma, a mitigação de desperdícios desse recurso hídrico que é tão essencial. Assim, a otimização no uso da água por esse ramo da irrigação demonstra a relevância da adoção de práticas específicas para o desenvolvimento de nichos potenciais dentro das Ciências Agrárias e a necessidade de fomento e visibilidade a essa esfera, também com o enfoque estratégico para estudos de seus impactos e possíveis melhorias que possam ser continuadas.

Referente a isso, o informe agropecuário da EPAMIG no capítulo de Projetos de Irrigação descreve que são poucos os profissionais e as empresas realmente capacitadas tecnicamente para a elaboração e instalação destes sistemas, apesar da demanda crescente por esse tipo de equipamento. Ainda hoje faltam critérios básicos, volume de material elucidativo, parâmetros e normas próprias para a avaliação de projetos e o principal problema na irrigação para paisagismo é a baixa eficiência de aplicação de água (EMAMIG, 2010). Assim, a formação e o treinamento técnico daqueles que trabalham nesse setor são necessidades que devem ser supridas para que o emprego desse tipo de ferramenta não ocorra de forma displicente e desatenta quanto à execução e ao uso desses sistemas. É preciso traçar de forma fundamentada as necessidades de cada local, pensando sempre no fornecimento mais sustentável possível dos recursos hídricos.

O mercado consumidor do DF é bastante atrativo para a irrigação automatizada e possui características que suportam confortavelmente essa técnica. Somada a essa particularidade, a baixa umidade típica do inverno da região gera um déficit hídrico em que a perda de água através das plantas por evapotranspiração é favorecida e muitas não conseguem se desenvolver sem o auxílio da irrigação, principalmente aquelas em estádios iniciais de desenvolvimento.

A irrigação automatizada aparece, então, como recurso e dá suporte à viabilidade da proposta de aproximar as áreas urbanas de espaços verdes, gerando maior qualidade de vida. Mas, para que essa alternativa não culmine no desperdício desmedido de água e não se compare à baixa uniformidade de uma rega manual, por exemplo, os requisitos de manejo de irrigação devem ser sempre atendidos. A grande problemática desses espaços, no entanto, está justamente no alto consumo hídrico requerido para que eles sejam mantidos (JÁCOME, 2010).

Como alternativa, a utilização de espécies endêmicas para o plantio e composição de áreas verdes é uma excelente via para uma menor demanda hídrica (DUMMER, 2012). O desenvolvimento de espécies ornamentais adaptadas a diferentes climas também é sugestão para um consumo menor de água dentro do paisagismo. Unindo essa proposta aos conceitos dos jardins naturalistas, conseguir-se-á que projetos paisagísticos sejam elaborados considerando-se uma visão mais abrangente quanto ao consumo e a necessidade de água dentro desses espaços. Dessa forma, ao passarem por empresas de irrigação para análise, o dimensionamento do sistema tenderá para uma irrigação localizada, especificamente àquelas plantas não adaptadas.

A água é recurso fundamental à vida e possui função social inestimável, sua gestão deve ser extremamente articulada e cuidadosa para que as próximas gerações não sofram consequências drásticas de um uso descomedido. Cabe aos órgãos reguladores a correta gestão e o estabelecimento de regras e medidas para a adoção de sistemas de irrigação para jardins e, cabe à parcela consumidora dessa tecnologia uma visão mais racional quanto à sua disponibilidade e o uso da água.

O emprego da automação e de tecnologias como sensores de umidade e monitoramento meteorológico auxiliam uma rega mais eficiente. Um projeto bem dimensionado para a irrigação de paisagismo pode reduzir problemas na vida útil do sistema, uma vez que projetos deficientes resultam, muitas vezes, em morte de plantas e danos nos emissores e na tubulação (EPAMIG, 2010). Com esse objetivo, as diferentes formas de se dimensionar projetos de irrigação para atender o paisagismo e suprir o déficit hídrico nos períodos de estiagem devem ser avaliadas, do ponto de vista técnico e do que se tem na literatura, e comparadas com o que é feito na prática. Índices de eficiência e uniformidade de irrigação para esse tipo de sistema precisam ser estabelecidos e melhorados, observando-se todos os aspectos técnicos.

E é interessante advertir que, apesar de todas as suas vantagens e qualidades, o excesso de confiança no sistema automatizado pode levar o cliente a cometer erros grosseiros por assumir que a automatização é a solução de todos os problemas (GIACOIA, 2008). O monitoramento e o manejo das espécies cultivadas com fertilidade do solo, controle de plantas daninhas e de insetos praga e troca de plantas não vigorosas são primordiais para acompanhar a saúde dos jardins e gramados e conservar a exuberância dos mesmos (DUMMER, 2012). O ato de realizar ajustes finos na programação da rega a partir de todos esses cuidados e observações promove a longevidade do sistema automatizado. Já a utilização de práticas de

manejo para a irrigação, como já citadas, bem como a manutenção periódica dos sistemas e a averiguação de possíveis falhas ou vazamentos, são capazes de tornar essa ferramenta um método de uso inteligente da água, desde que o correto dimensionamento tenha sido realizado na fase de projeto e implementação.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A passagem pela área da irrigação automatizada envolveu, de forma mais direta, o aproveitamento e a utilização de diversos princípios relacionados a assuntos que são abordados na universidade durante a graduação, como o uso e a conservação do solo e da água, topografia, agroclimatologia, fundamentos de ciência do solo, hidráulica, irrigação, paisagismo, desenho técnico e construções. Visualizar a junção desses conhecimentos no exercício da profissão, observar as possibilidades que os avanços da tecnologia oferecem na otimização do uso dos recursos naturais, acompanhar os desafios e poder desempenhar funções dentro dessa realidade é gratificante.

Complementarmente e de forma conclusiva, é de suma importância que metodologias de monitoramento do uso da água para as diferentes finalidades, como é o caso da irrigação para paisagismo, sejam desenvolvidas. Essas metodologias devem ser detalhadas e constantes e devem propor tecnologias capazes de otimizar o uso dos recursos hídricos, assim como medidas de controle para o seu uso a fim de promover modelos mais sustentabilidade e melhores do que aqueles já praticados dentro da agricultura. A universidade deve ser local de busca pelo aprimoramento e por novas abordagens, o papel dos professores e orientadores nessas discussões possui peso magnífico, capaz de contribuir para a formação de profissionais modelo e capaz de gerar grandes retornos à sociedade.

A multidisciplinaridade dos campos de atuação da Engenharia Agrônoma, os benefícios entregues à sociedade e a abrangência de todas as suas possibilidades são fascinantes. A oportunidade de vivenciar a prática das atividades voltadas às Ciências Agrônomicas é extremamente valiosa e agregadora ao profissional em formação e assim foi durante o estágio na Hidrogarden.

Isto posto, o incentivo por parte das universidades para que os alunos tenham contato direto com experiências práticas e situações reais do cotidiano de um profissional durante a vigência do curso deve avançar no sentido de possibilitar esse acesso de forma mais regular e uniforme a todos os interessados por meio de acordos e convênios multilaterais com empresas particulares e órgãos públicos. Dessa maneira, a formação de profissionais e a preparação para o mercado de trabalho ocorrerão de modo ainda mais eficiente e colaborativo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADASA. **Gestão da crise hídrica 2016-2018 Experiências do Distrito Federal**. 331 p. 2018

ADASA. Relatório de Monitoramento Regular do Consumo de Água Tratada no Distrito Federal Superintendência de Abastecimento de Água e Esgoto – SAE <http://www.adasa.df.gov.br/images/storage/Subir/SEI_00197_00000421_2020_23_Consumo_de_agua_2020.pdf> Acesso em 28/05/2021

ALVES, DINARA GRASIELA. **Desenvolvimento de um sistema de irrigação com ultrabaixa vazão utilizando micro tubos ramificados** / Dinara Grasila Alves. Piracicaba, 2010. 86 p. ESALQ/USP

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Water Efficient Landscape**, Denver,1993

BARROS, J. P . R ET AL. **PROJETO DE REUSO DE ÁGUA CINZA NO IFS, CAMPUS ARACAJU, POR MEIO DE RECIRCULAÇÃO NOS BANHEIROS E IRRIGAÇÃO DE JARDINS, COM SEUS ASPECTOS ECONÔMICOS E QUALITATIVOS**. PROEX, 2015. 9p

BISCARO, G. A. **Sistemas de irrigação por aspersão**. / Guilherme Augusto Biscaro. – Dourados, MS : Editora da UFGD, 2009. 134p.

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

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. **Atlas do Distrito Federal 2020**. Brasília. 2020. Disponível em <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/Atlas-do-Distrito-Federal-2020-Cap%C3%ADtulo-5.pdf>> Acesso em 30/04/2021

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.

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.

COSTELO, R. L ET AL. **Estimating water requirements of landscape plantings**. Cooperative Extension, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 8p.1991.

DISTRITO FEDERAL. Agência Reguladora De Águas, Energia E Saneamento Básico Do Distrito Federal. **Resolução nº 16, de 18 de julho de 2018**. Disponível em

http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/10294e5c044c421d961a7076d00c3770/adasa_res_16_2018.html#art10>Acesso em 29/04/2021

DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Roma, FAO, 1976. 194 p.

DR. IRRIGAÇÃO. **Kit Irrigação Para Jardim e Vasos com Programador Temporizador Automático**. Disponível em < <https://www.doutorirrigacao.com.br/paisagismo-e-jardim/kit-irrigacao-para-vasos-automatico--p>> Acesso em 26/04/2021

DUKES, M. Soil Moisture Sensors Vs. Rain Sensors. University of Florida. 5p. June, 2013.

DUMMER, A. **Consumos de água para rega em jardins municipais do Concelho de Lisboa: proposta para uma gestão mais eficiente**. Universidade de Lisboa, 2012. 53p.

FOSTER, R. Efficient Irrigation via Smart Control. Rain Bird. 44p. 2016

FUKUDA H. **Irrigation in the world**. University of Tokyji Press, Japão 329p.1976.

GHANNOUM, M. B. **Viabilidade da implantação de jardins verticais: projeto, irrigação e ambiência**. 2019. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) 33p. Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2019.

GHANNOUM, M. B. **Viabilidade da implantação de jardins verticais: projeto, irrigação e ambiência**. 2019. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) 33p. Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2019.

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

GIACOIA NETO, José. **Sistemas de irrigação para jardins e gramados**. Rain Bird, Mg, v. 1, p.1-6, nov. 2014.

GONTIJO, GERALDO MAGELA. **Uso conservativo da água na agricultura irrigada / Geraldo Magela Gontijo... [et al.]. – 2.ed. – Brasília, DF: Emater-DF, 2019.**

HAGAN, R. M. ET AL. **Irrigation of agricultuiral lands**. American Society of Agronomy, nº 11, Serie Agronomy Masison. 1180p. 1967.

HEBLING, LUCAS FERRAZ. **Irrigação com efluente de esgoto tratado na produção de pimentão e propriedades químicas do solo**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2019, 82 p. Dissertação de Mestrado.

LIMA, J. E.; FURQUIM W.; FERREIRA, R. Scalia A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. Embrapa, Br, v. 1, p.1-16, mar. 2003.

LIMA, J. E. F. W., e E. M. Silva. 2005. **Estimativa da produção hídrica superficial do Cerrado brasileiro**. In: FELFILI, J. M.; SOUZA-SILVA, J. C.; SCARIOT, A. (Org). Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. 1. ed., p. 61-72. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

MAIA, J. M. B. **Análise de viabilidade de custo de um sistema de irrigação automatizado de baixo custo em pequenas propriedades de agricultores familiares no município de Feira de Santana**. Universidade Federal Do Recôncavo da Bahia.46p. Feira de Santana, 2018.

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

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria de Infraestrutura Hídrica. Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **A irrigação no Brasil: situação e diretrizes**. Brasília: MI; IICA, 2008. 132 p.

PORTAL GREEN. **Projeto de Irrigação**. Disponível em <http://www.portalgreen.com.br/servicos/recuperacao-de-areas-verde/> Acesso em 26/04/2021

RAIN BIRD. **Catálogo de produtos de irrigação**. Azusa, USA, 182p., 2020

RAIN BIRD. **Catálogo internacional de produtos de rega de espaços verdes**. Azusa, USA, 132p., 2019.

SILVA, C. L E SANDRI, D. **Apostila de irrigação**. Universidade de Brasília. 169 p.

SALASSIER, B. ET AL. **Manual de Irrigação**. Livraria UFV, 625 p. 2006

SOUSA, R. B. **Jardins Verticais - um contributo para os espaços verdes urbanos e oportunidade na reabilitação do edificado**. Universidade Lusófona do Porto. Porto, 212p.2012.

THE IRRIGATION ASSOCIATION. **Landscape Irrigation Scheduling and Water Management**. 2005

TOGNA, R. J. B. D. **Recursos hídricos em Israel, água subterrânea em São Paulo**. Revista D.A.E. 24p. Edição n ° 87. 1972

TOMAZ, P. **Consumo de água em paisagismo**. ISBN: 978-85-905933-5-5. 176 p .2009.

TREMPER, D. P. **Irrigação em Paisagismo**. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul Faculdade de Agronomia. Trabalho de conclusão de curso. 35p. 2015

VEIGA, R. F. A. ET AL. **Jardins: origem, evolução, características e sua interação com jardins botânicos**. O Agrônomo, Campinas, 54(2) 4p. 2002

ZLOCHEVSKY M. **Boas práticas no cálculo da lâmina de água em sistemas de irrigação**. Revista AuE Irrigação Digital - Ano 1 No 6. agosto de 2020

ADASA. **A crise hídrica no Distrito Federal e suas causas**. Disponível em <<http://www.adasa.df.gov.br/central-de-conteudo/artigos/643-a-crise-hidrica-no-distrito-federal-e-suas-causas>> Acesso em 17/07/2021

MILLER, G. ET AL. Analysis of Residential Irrigation Distribution Uniformity. Journal Of Irrigation And Drainage Engineering, 2005. 6p

Pitts, D., Peterson, K., Gilbert, G., and Fastenau, R. **Field assessment of irrigation system performance**. Appl. Eng. Agric, 1996.

ANEXO A – Marcação dos pontos de alocação dos aspersores



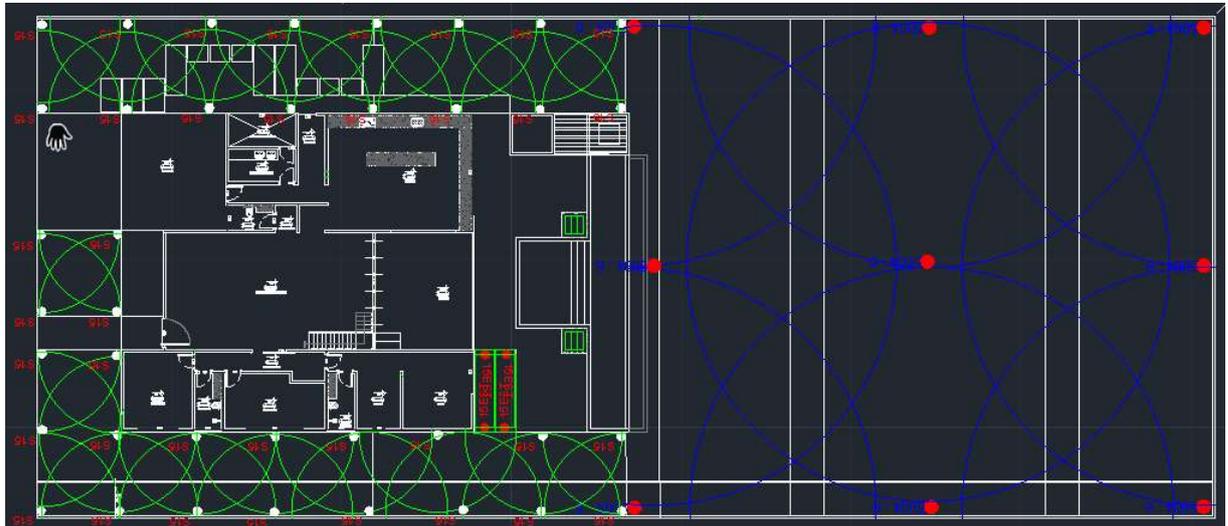
Fonte: LIMA, L. L. B. Brasília, 2020.

ANEXO B – Sistema de irrigação automatizada em funcionamento

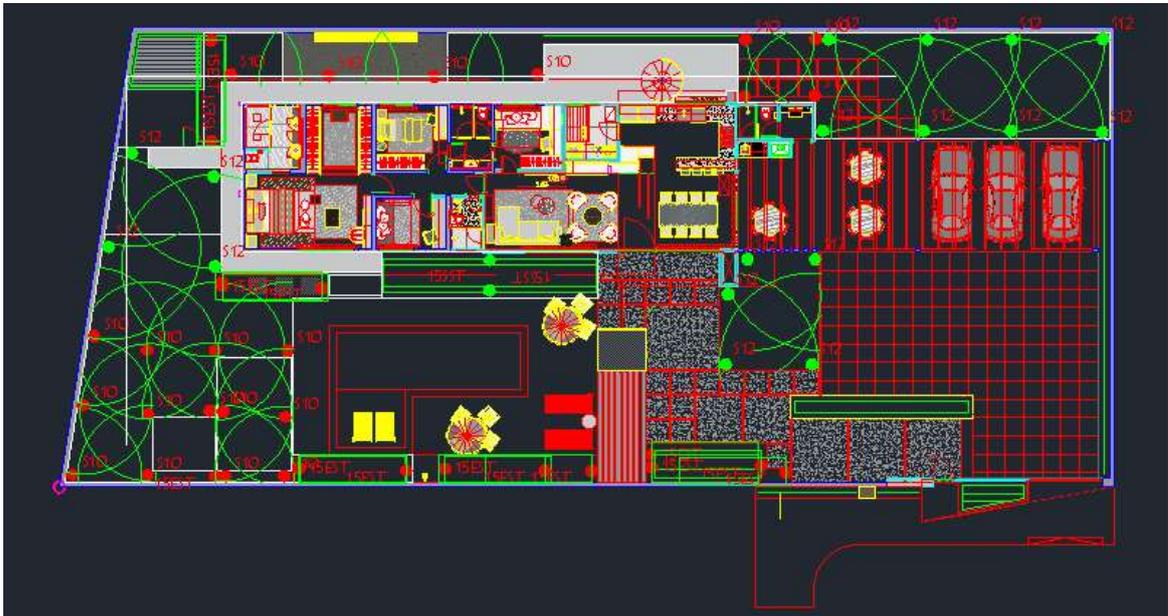


Fonte: Hidrogarden. Brasília, 2020.

APÊNDICE A – Exemplo 1 de projeto desenvolvido no software AutoCad©

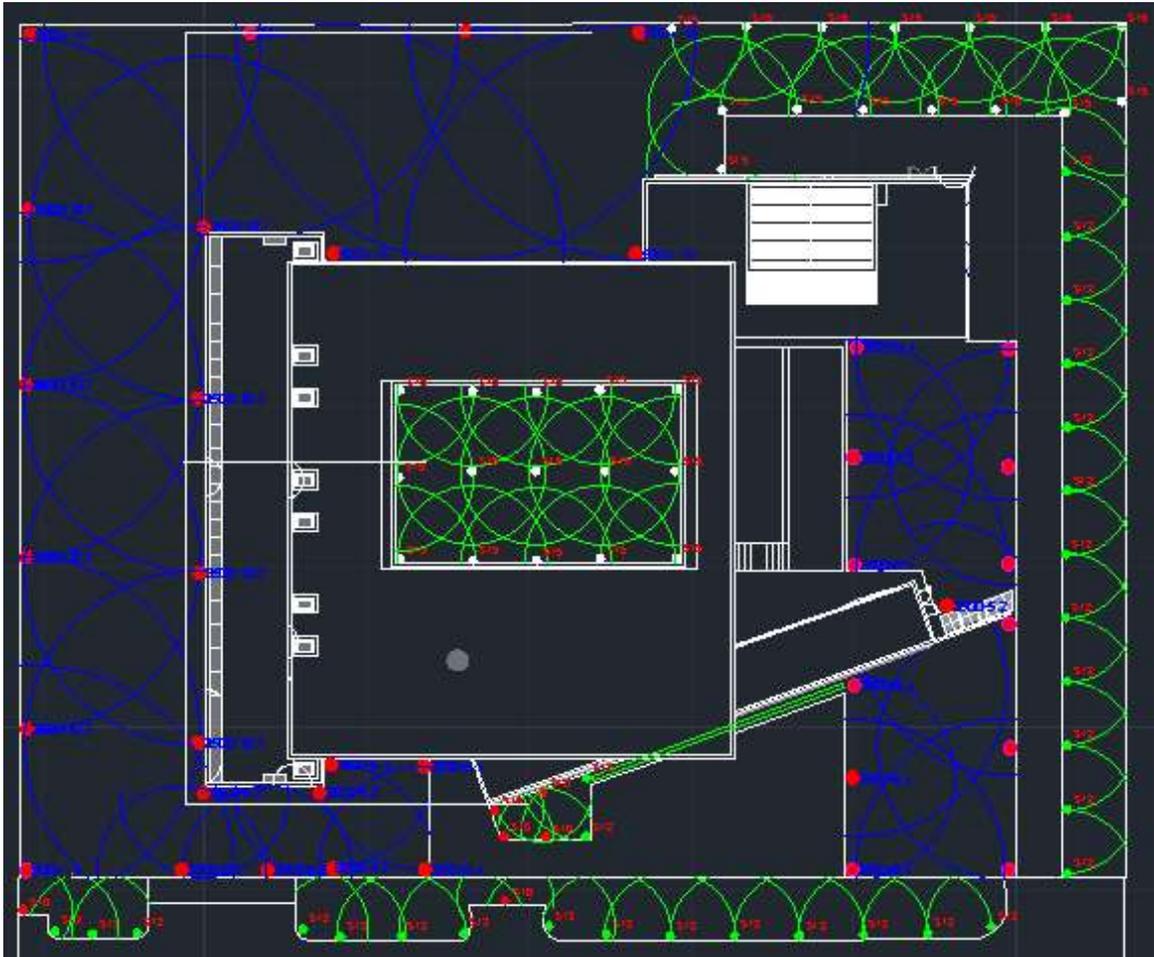


Fonte: Elaborado pelo autor. Brasília, 2020.

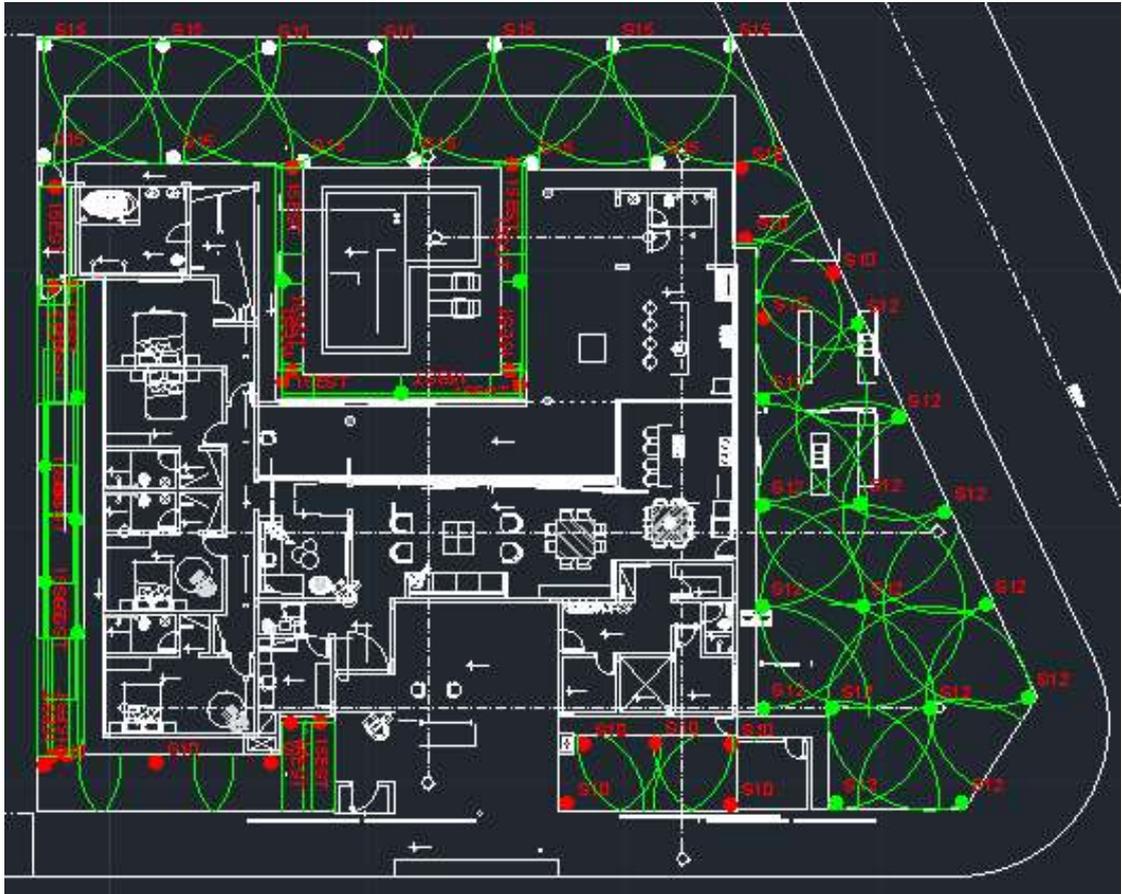
APÊNDICE B – Exemplo 2 de projeto desenvolvido no software AutoCad©

Fonte: Elaborado pelo autor. Brasília, 2020.

APÊNDICE C – Exemplo 3 de projeto desenvolvido no software AutoCad©

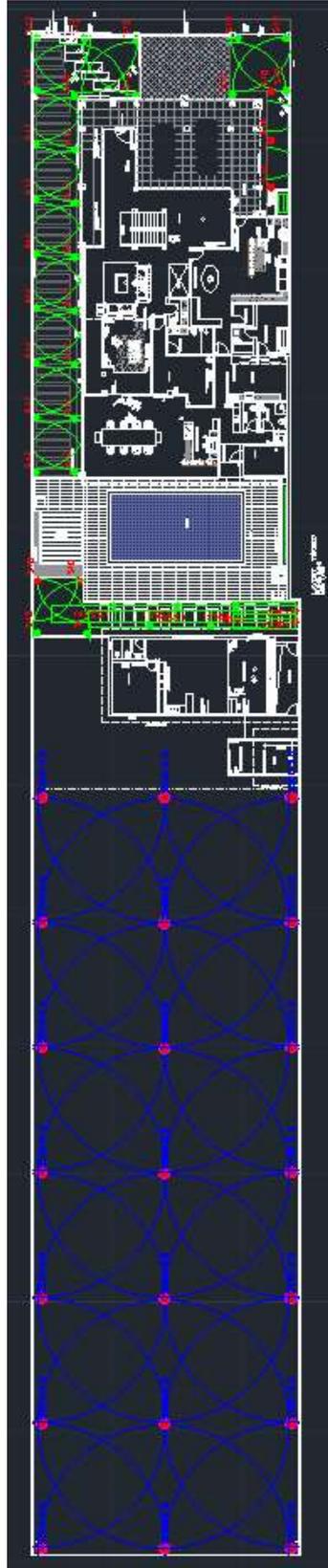


Fonte: Elaborado pelo autor. Brasília, 2020.

APÊNDICE D – Exemplo 4 de projeto desenvolvido no software AutoCad©

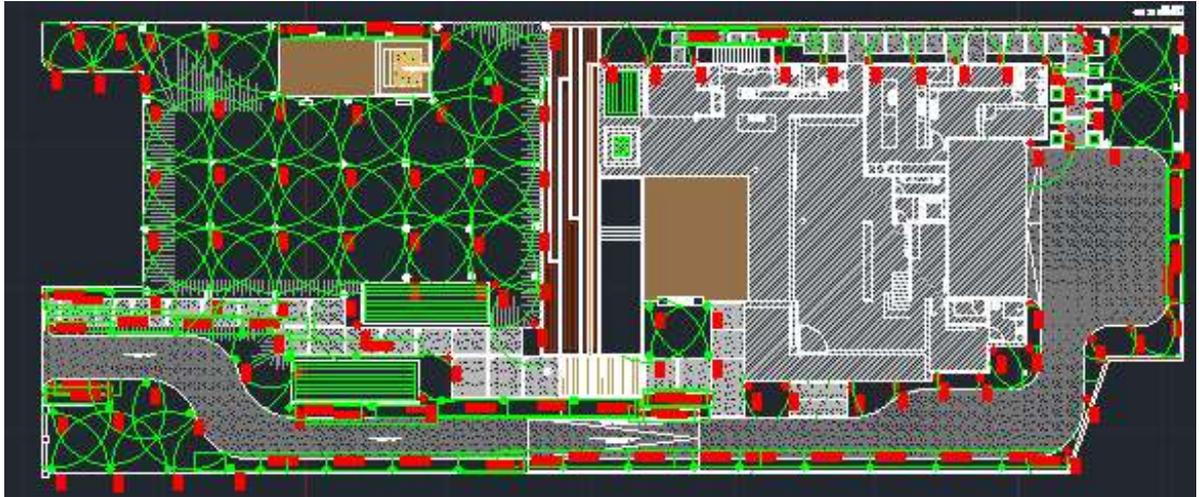
Fonte: Elaborado pelo autor. Brasília, 2020.

APÊNDICE E – Exemplo 5 de projeto desenvolvido no software AutoCad©



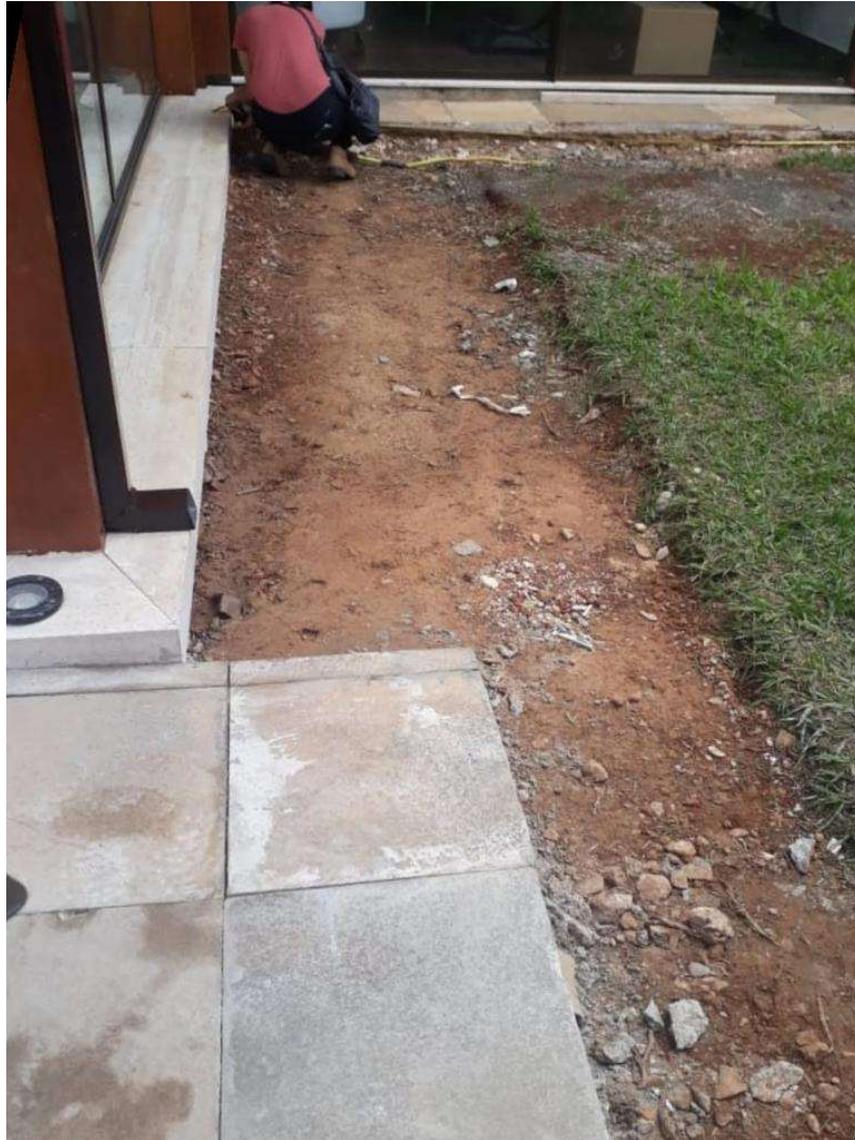
Fonte: Elaborado pelo autor. Brasília, 2020.

APÊNDICE F – Exemplo 6 de projeto desenvolvido no software AutoCad©



Fonte: Elaborado pelo autor. Brasília, 2020.

APÊNDICE G – Obtenção das medidas de base



Fonte: Costa, A. A. Brasília, 2020.

APÊNDICE H – Visita prévia, levantamento de dados e auxílio de fotografias



Fonte: Costa, A. A. Brasília, 2020.

