

Documentos

ISSN 1415-2312
Dezembro, 2004

66

**Diagnóstico do sistema de irrigação
e estruturas hidráulicas e civis do
setor de campos experimentais do
Centro Nacional de Pesquisa de
Hortaliças**



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimárzio
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Dietrich Gerhard Quast
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena t. Luz Barbosa
Diretores-Executivos

Embrapa Hortaliças

José Amauri Buso
Chefe-Geral

Osmar Alves Carrijo
Chefe-Adjunto de Administração

Waldir Aparecido Marouelli
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Gilmar Paulo Henz
Chefe-Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio



Documentos 66

Diagnóstico do Sistema de Irrigação e Estruturas Hidráulicas e Cíveis do Setor de Campos Experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças

Henoque R. da Silva, Ph.D. (org.)
Osmar Alves Carrijo, Ph.D.
João Bosco Carvalho da Silva, D.Sc.
Waldir Aparecido Marouelli, Ph.D.
Luiz Alberto Rios Guirau, Ass. Oper. II
Adejar Gualberto Marinho, Ass. Oper. II

**Brasília, DF
Dezembro, 2004**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças
BR 060 km 09 rodovia Brasília/Anápolis
Caixa Postal 218
70359-970 Brasília – DF
Telefone (61) 385-9009
Fax (0xx61) 556-5744
<http://www.cnph.embrapa.br>
e-mail: sac.hortalicas@embrapa.br

Comitê Técnico Interno

Presidente: Waldir Aparecido Marouelli
Membros: Henoque Ribeiro da Silva
Wellington Pereira
Geni Litvin Villas Bôas
Walter Rodrigues Oliveira
Gilmar Paulo Henz
Rosane Parmagnani
Paulo Eduardo de Melo
Ailton Reis

Revisão: Comitê Técnico Interno
Diagramação: Paula Cochrane
Tiragem: 50 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
Constitui violação dos direitos autorais (Lei n.º 9.610).

Silva, Henoque Ribeiro da

Diagnóstico do Sistema de Irrigação e Estruturas Hidráulicas e Cíveis do Setor de Campos Experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças: relatório apresentado à Chefia da Embrapa Hortaliças, Brasília - DF / Henoque Ribeiro da Silva...[et al.]. – Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004.

39 p. : il. color. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 66)

ISSN 14-2312

1. Setor de Campos Experimentais. 2. Sistemas de Irrigação. 3. Estruturas Hidráulicas e Cíveis. I. Silva, Henoque Ribeiro da. II. Carrijo, Osmar Alves. III. Silva, João Bosco Carvalho da. IV. Marouelli, Waldir Aparecido. V. Guirau, Luiz Alberto Rios. VI. Marinho, Adejar Gualberto. VII. Título. VIII. Série.

CDD 635.64219.ed.)
(

© Embrapa 2004

Equipe Técnica

Henoque R. da Silva, Ph.D.,
Irrigação, Embrapa Hortaliças
henoque@cnph.embrapa.br

Osmar Alves Carrijo, Ph.D.,
Irrigação, Embrapa Hortaliças
carrijo@cnph.embrapa.br

João Bosco Carvalho da Silva, D.Sc.,
Fitotecnia, Embrapa Hortaliças
jbosco@cnph.embrapa.br

Waldir Aparecido Marouelli, Ph.D.,
Irrigação, Embrapa Hortaliças
waldir@cnph.embrapa.br

Luiz Alberto Rios Guirau
Assistente de Operações II, Embrapa Hortaliças
lguirau@cnph.embrapa.br

Adejar Gualberto Marinho
Assistente de Operações II, Embrapa Hortaliças
E-mail: adejar@cnph.embrapa.br

APRESENTAÇÃO

Desde que assumiu o Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças – Embrapa Hortaliças, em 16 de janeiro de 2004, a nova chefia têm buscado realizar uma gestão participativa, buscando junto a seus empregados, novas formas de conduzir a unidade afim de que se possa cada vez mais dar melhores condições de trabalho para realização das pesquisas visando o aumento da produção e da produtividade de hortaliças no Brasil.

O Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças foi criado em 27 de maio de 1981, com a função de "executar atividades de pesquisa sobre os fatores que limitam o desenvolvimento das hortaliças" e coordenar o Programa Nacional de Pesquisa de Hortaliças.

Em razão do clima seco do Planalto Central, foi idealizado e implantado o Projeto de Irrigação da Embrapa Hortaliças para uma área de 115 ha, permitindo plantios em qualquer época do ano. O projeto de irrigação consta, atualmente, de 72 ha por irrigação por aspersão convencional, 28 por aspersão por pivô-central, aproximadamente 1 ha por microaspersão e 1 ha por gotejamento e 8 ha sistematizados para irrigação por superfície (sulcos).

Após mais de 25 anos de uso ininterruptos, o projeto apresenta sérios problemas de continuidade de uso para apoio aos projetos de pesquisas em hortaliças. A manutenção e reposição de equipamentos, acessórios e estruturas hidráulicas existentes são fundamentais e urgentes para a continuidade das pesquisas. Nos últimos anos, a degradação da qualidade da água tem sido um fator limitante para a produção de hortaliças e para segurança e saúde de seus funcionários, principalmente aqueles que lidam diretamente com o manejo da irrigação, embora não tenha sido feito nenhum estudo de contaminação dos produtos ou de pessoas.

A Embrapa Hortaliças constituiu em março de 2004 um grupo de trabalho composto de três pesquisadores e dois Assistentes de Operações para, no prazo de 30 dias, apresentar um relatório sobre o diagnóstico do sistema de irrigação Embrapa Hortaliças, incluindo o sistema de captação de água no Córrego Ponte Alta, equipamentos de irrigação, reservatórios e qualidade de água.

Henoque Ribeiro da Silva
Coordenador do Grupo de Trabalho

Sumário

	Página
Apresentação.....	8
Introdução.....	9
Descrição da condição atual dos sistemas de bombeamento	9
Alta-Tensão	9
Sistema de captação e adutora do Rio Ponte Alta (EB-1)	9
Casa de bombas	10
Muro-de-arrimo	11
Canal de Chamada e Poço de Sucção	12
Conjuntos motobombas	13
Válvulas antigolpe de aríete, Válvula de retenção, Junta de expansão e Registro de Gaveta, Válvulas de retenção de pé	13
Painel de controle elétrico e chave seccionadora de partida.....	13
Adutora de ferro fundido de 300 mm de diâmetro	14
Reservatório central	14
Sistema “booster” de recalque – Pivô Central (EB-2)	16
Casa de bombas	16
Conjunto motobomba do pivô central.....	16
Conjunto motobomba “booster”.	16
Chaves elétricas de partida.....	17
Sistema de captação do Córrego Tamanduá – Telados (EB-3).....	17
Sistema booster de recalque – Sementeira (EB-4)	18
Casa de bomba	18
Conjunto motobomba.....	18
Sistema booster de recalque – Quadra K (EB-5).....	19
Casa de bomba	19
Conjunto motobomba.....	19
Chave elétrica de partida	19
Sistema booster de recalque – (EB-6)	20
Casa de bombas	20
Conjuntos motobombas.	20
Chaves elétricas de partida.....	21
Sistema booster de recalque – Córrego Capoeira Grande (EB-7).....	21

Descrição dos sistemas de distribuição existentes.....	22
Adutora de sucção e recalque da EB-1.....	22
Redes de distribuição em cimento-amianto.....	22
Redes secundárias em alumínio	23
Adutora cultivo protegido em alumínio.....	25
Rede terciária em aço zincado	26
Descrição dos sistemas de irrigação existentes	26
Sistemas de irrigação por aspersão.....	26
Aspersão convencional	26
Pivô central.....	27
Irrigação localizada.....	29
Microaspersão e gotejamento	29
Conclusão.....	30
Anexos.....	31
Anexo I.....	32
Anexo II.....	34
Anexo III.....	40

Diagnóstico do Sistema de Irrigação e Estruturas Hidráulicas e Cíveis do Setor de Campos Experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças

INTRODUÇÃO

A fim de dar suporte à gestão de pesquisas em hortaliças na unidade, o grupo de trabalho constituído para realizar o diagnóstico sobre a Irrigação da Embrapa Hortaliças decidiu descrever o projeto através das suas diversas partes integrantes e ilustrando instalações, estruturas hidráulicas, equipamentos e acessórios de irrigação.

O principal objetivo do diagnóstico é proporcionar subsídios para a restauração e adequação dos sistemas existentes a fim de atender as demandas atuais e de continuidade da pesquisa em hortaliças.

DESCRIÇÃO DA CONDIÇÃO ATUAL DOS SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

Alta-Tensão

De acordo com o laudo do Sr. José Aparecida, técnico responsável pela manutenção das instalações elétricas da Embrapa Hortaliças, é necessário revisar toda a rede de alta-tensão associada com os conjuntos de bombeamento e substituir as chaves elos (Matheus) existentes por chaves do padrão CEB (Lorenzetti) tendo em vista o perigo que apresentam em razão da vida útil já há muito ultrapassada e da exigência de padrões atuais.

Sistema de Captação e adutora do Rio Ponte Alta (EB-1)

Os sistemas de irrigação da Embrapa Hortaliças têm como fonte principal de abastecimento de água o sistema de Captação do Rio Ponte Alta. O Sistema de Captação do Rio Ponte Alta (Estação de Bombeamento 1 – EB-1) foi dimensionado para bombear uma vazão de 70 litros por segundo a uma altura manométrica de 70 m.c.a., até um reservatório de 7500 m³, distante 1550 metros, durante 16 horas de funcionamento diário.

A seguir são apresentadas as condições dos equipamentos e instalações hidráulicas e de alvenaria que compõe o sistema de adução de água:

Casa de bombas – a casa de bombas encontra-se em boas condições de conservação requerendo apenas pequenos reparos de revitalização na alvenaria, pintura, telhado e cerca de proteção contra intrusos e animais ([Fig. 1](#)).

As estruturas de captação encontram-se seriamente ameaçadas pelas enchentes do Rio Ponte Alta que, ano após ano, se tornam mais volumosas e grande poder erosivo de destruição, especialmente em razão da redução da infiltração das águas pluviais na bacia de captação onde se encontram implantadas as cidades-satélites de Samambaia e Recanto das Emas que vem, sistematicamente, recebendo melhorias na urbanização, principalmente de asfaltamento de ruas, calçadas, novas construções e áreas de estacionamentos públicos.



Figura 1. Vistas frontal e de fundo da casa de bombas, mostrando os sistemas de proteção contra golpe de aríete e tubulações de sucção.

Muro-de-Arrimo – o muro de arrimo foi construído à montante da casa de bombas com a finalidade de proteção da mesma e do canal de chamada contra enchentes e intrusos ([Fig. 2](#)). Da mesma forma, o mesmo se encontra danificado pelas enchentes que, ao longo dos anos e, em particular neste ano, erodiram a faixa de barranco existente entre o leito do rio e o muro. É a estrutura mais danificada no ponto de captação, com o vão de aproximadamente 10 m suspenso no ar com a exposição dos antigos pilares da fundação. Esta estrutura requer manutenção de imediato.



Figura 2. Vistas longitudinal e frontal do muro-de-arrimo.

Tendo em vista a urgência dos reparos nesta estrutura, a chefia administrativa da Embrapa Hortaliças, juntamente com o Setor de Engenharia da Embrapa Sede, conseguiram recursos para obras de recuperação do muro-de-arrimo. Dessa forma, as obras de manutenção e reparos foram concluídas em 10/08/04.

Canal de Chamada e Poço de Sucção – o canal de chamada faz a ligação do Rio Ponte Alta com o poço de sucção onde estão localizadas as válvulas-de-pé. O canal de chamada e o poço de sucção, em razão das enchentes que ocorrem todos os anos, tornam-se assoreados por sedimentos diversos, requerendo uma limpeza anual através de dragagem ([Fig. 3](#)). Atualmente, a limpeza do poço é um processo caro, embora necessário, devido à baixa qualidade da água do rio ocasionada pela descarga de efluentes provenientes da Estação de Tratamento de Efluentes da Cidade-Satélite de Recanto das Emas. À medida que o poço vai assoreando, a eficiência de bombeamento diminui ocasionando maior consumo de energia por unidade de água bombeada, além do desgaste de partes do sistema, principalmente dos rotores das bombas. Entre o muro-de-arrimo e o canal de chamada existe um espaço que deve ser aterrado para aumentar a proteção e resistência da parede do canal. Em razão da força das águas e do rompimento do muro-de-arrimo, uma das paredes do canal encontra-se pendida como se fosse fechar o canal, sendo sustentada por suportes de ferro ([Fig. 3](#)). Tendo em vista esses problemas urgentes, a Embrapa Hortaliças conseguiu recursos junto à Diretoria da Empresa e procedeu à revitalização dessas estruturas ameaçadas, bem como foi feita a limpeza do canal de chamada e do poço de sucção (Julho/Agosto/2004).



Figura 3. Vistas do canal de chamada e do poço de sucção ao fundo, mostrando os danos nas estruturas da parede do canal e a tela de retenção de impurezas flutuantes.

Conjuntos motobombas – as bombas instaladas são do tipo centrífugas, marca KSB, modelo ETA 150-40, dimensionada para recalcar uma vazão de 400 m³/h (quatrocentos metros cúbicos por hora) à uma altura manométrica de 70 m.c.a, com rendimento de 75%, sendo acionada por motor elétrico, marca Arno, trifásico, 150 HP de potência, indução 60 ciclos, 220-380 Volts. O sistema opera com dois conjuntos motobomba, sendo um reserva, e operando alternadamente para fins de racionalização do seu aproveitamento ([Fig.4](#)).

Uma avaliação das condições de operação das bombas indica que o rendimento das mesmas é de, aproximadamente, 40% menor do aquele dimensionado no projeto inicial. Isto se deve, principalmente, ao desgaste das partes internas da bomba, tais como o corpo da bomba e o rotor, além do desgaste de mancais e redução de potência dos motores após 26 anos de uso ininterruptos. Em algumas ocasiões, o corpo de uma das bombas teve que ser substituído por desgaste (última substituição ocorreu há mais de 10 anos) e os motores tiveram que ser secos após duas enchentes que inundaram a casa de bombas. Uma das causas do baixo rendimento do conjunto se deve, principalmente, à deterioração da qualidade da água do Rio Ponte Alta (elevado teor de sedimentos) e desgaste das válvulas-de-pé que se encontram danificadas após mais de 10 anos sem reposição. O eixo de umas das bombas está espanado, sendo que a porca de aperto do rotor foi colocada ao contrário e colada com araldite como medida de emergência, podendo romper a qualquer momento e causar maiores estragos no rotor e no corpo da bomba.



Figura 4. Vista dos conjuntos motobomba da EB-1.

Válvulas antigolpe de aríete, Válvula de retenção, Junta de expansão e Registro de Gaveta, Válvula de Retenção de Pé – as válvulas de proteção contra golpe de aríete apresentam problemas internos de manutenção e regulagem, não exercendo nenhuma função de proteção no momento e expondo o conjunto aos riscos de danos causados pela propagação de ondas (>1.300 m/s) na adutora ([Fig. 5](#)). A válvula de retenção, aparentemente, não apresenta nenhum problema de funcionamento, embora necessite ser aberta para avaliação do desgaste da portinhola e da mesa de assentamento em razão dos 26 anos de uso ([Fig. 5](#)). Da mesma forma, a junta de expansão necessita ser aberta para avaliação das condições do desgaste do uso no mesmo período. Apresenta vazamentos durante o início e encerramento de operação ([Fig. 5](#)). O registro de gaveta de 300 mm é de abertura mecânica, requerendo duas pessoas para a sua abertura em razão do desgaste da gaveta do cilindro de fechamento ([Fig. 5](#)). O peso verificado na abertura pode ser decorrente do peso da coluna de água na tubulação caso a válvula de retenção não esteja funcional, isto é, se a portinhola tenha se partido e a válvula não seja mais funcional. As válvulas de retenção de pé são muito velhas e, devido ao alto teor de detergentes e outros nutrientes oriundos de efluentes da ETE Recanto das Emas, por estarem corroídas, não promovem a filtragem inicial da água e raramente sustentam a coluna de água, tornando-se necessário o processo de escorva das bombas todas as vezes antes do funcionamento.



Figura 5. Detalhes das instalações das válvulas antigolpe aríete, válvula de retenção e junta de expansão e do registro de gaveta de abertura da tubulação de recalque.

Painel de controle elétrico e chave seccionadora de partida – tanto o painel de controle quanto a chave seccionadora de partida são muito antigos e obsoletos e já passaram por reparos de componentes elétricos, embora ainda funcionais. A chave seccionadora é manual e necessita de substituição do sistema de acionamento que se encontra quebrado e funcionando com arranjos feitos, podendo trazer perigo para o operador durante a operação de liga/desliga (Fig. 6). Essas chaves e os motores já foram inundados em várias ocasiões.

Adutora de ferro fundido de 300 mm de diâmetro – a adutora não apresenta nenhum problema de uso, sendo a parte mais resistente e segura do sistema de adução. Por outro lado, requer pequenos reparos, pois apresenta vazamentos ao longo de seu comprimento em locais de derivação com redução para outros tipos de tubulação (Fig. 6).



Figura 6. Detalhe interno do painel de controle elétrico e chave seccionadora de partida (à direita). Detalhe da derivação da adutora principal para outros ramais de distribuição.

Reservatório Central – capacidade nominal de 7.500 m³ apresenta as dimensões internas de 50 x 50 m e altura de 3 m (Fig. 7). Construído em concreto armado, já recebeu uma revitalização em 1985 e, atualmente, apresenta sérios problemas de vazamentos nas paredes e fundo da ordem de 20 a 30% do volume armazenado diários (Fig. 8). Os vazamentos são antigos e evoluíram lentamente, tendo passado despercebido a maior parte do tempo até que um afloramento do lençol freático na sua parte mais baixa ficou evidente (Fig. 8). Hoje, esse afloramento (Fig. 7) causa sérios problemas, inclusive impossibilitando de plantio de uma área de mais de 0,5 hectare, além da proliferação de plantas daninhas típicas de áreas alagadas contaminando áreas adjacentes e constituindo em risco de doenças transmissíveis pela proliferação de insetos vetores.



Figura 7. Aspectos gerais do reservatório e qualidade da água bombeada diariamente e, aproximadamente, uma semana após o armazenamento.



Figura 8. Tipos de vazamentos do reservatório (proveniente do fundo e das paredes).



Figura 9. Afloramentos do lençol freático e impacto ambiental sobre a área agricultável.

Sistema “booster” de recalque – Pivô Central (EB-2)

Casa de bombas - a estrutura de alvenaria que abriga o sistema EB-2, encontra-se em boas condições de conservação requerendo apenas reparos de revitalização na alvenaria, pintura e telhado (Fig. 10). Abriga dois conjuntos motobombas que alimentam as quadras Y1, Y2, Y3, A, B, C, D, E, F, H e áreas do pivô central (I, J, L, M).



Figura 10. Casa de bombas do sistema de recalque EB-2.

Conjunto motobomba do pivô central - o sistema “booster” de recalque é alimentado diretamente pela adutora da EB-1 ou por gravidade do reservatório, quando esta está desligada. O conjunto motobomba é composto de uma bomba marca KSB, modelo ETA 80-40, acoplada a motor elétrico de 25 CV ([Fig. 11](#)). Esse conjunto abastece o

sistema de irrigação por pivô central e, através de redes interligadas, pressuriza outras áreas com aspersão convencional utilizando aspersores canhão de médio alcance (35 m). As condições atuais de operação estão muito abaixo da eficiência de projeto devido ao desgaste provocado pelo uso intensivo e falta de manutenção como pode ser observado na Figura 11, através de vazamentos da gaxeta, exposição da parte elétrica e, também, pelo desgaste interno do rotor, em razão do bombeamento de água com sólidos em suspensão.

Conjunto motobomba “booster” - O sistema conta, ainda, com um conjunto motobomba composto de bomba KSB, modelo ETA 100/2, com motor elétrico de 100 CV, responsável pela pressurização das áreas adjacentes ao pivô central. O conjunto é acoplado por luva elástica de borracha que já se apresenta com elevado grau de desgaste e tornando-se perigoso o seu rompimento durante a operação (Fig. 11). Cerca de 15 anos atrás, esta bomba teve o corpo, rotor e eixo substituídos. Da mesma forma que os outros conjuntos motobombas, está operando abaixo das condições ideais de projeto pelas mesmas razões já apresentadas, ou seja, desgaste do uso intensivo e falta de manutenção periódica.

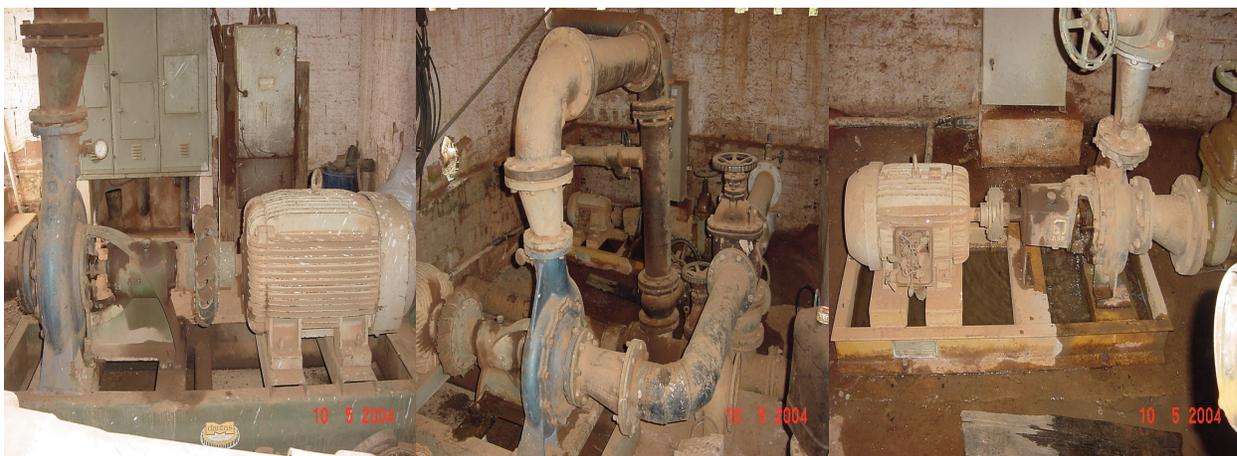


Figura 11. Sistema de bombeamento “booster” EB-2.

Chaves elétricas de partida – os conjuntos de bombeamento EB-2 são acionados por chaves compensadoras de partida de 50 HP e 100 HP do tipo mecânica manual e de uma chave seccionadora geral. A Figura 11 ilustra essas chaves de partida, mostrando o péssimo estado de conservação, em razão do uso intensivo, nível de manutenção e vida útil dos componentes elétricos há muito ultrapassada. Nas condições que se

encontram, as chaves apresentam perigo iminente de operação requerendo, portanto, substituição imediata por chaves novas e automáticas. Ainda devido aos vazamentos dos conjuntos motobomba, o operador sempre corre perigo durante o acionamento das chaves; como mostra a [Figura 11](#), a tubulação de fios e a proximidade da chave com o piso constantemente molhado.

Sistema de captação do Córrego Tamanduá – Telados (EB-3)

O sistema de captação no Córrego Tamanduá é composto pelo conjunto motobomba do tipo monobloco, marca Schneider, modelo BC-21, motor elétrico 3 CV (Fig. 12). Esse sistema é responsável pelo abastecimento de casas de vegetação e telados no setor de campos experimentais. O conjunto está localizado em local de difícil segurança requerendo proteção contra roubo em razão de já ter sido roubado inclusive com os cabos elétricos de alimentação. Atualmente o sistema é protegido por um suporte metálico que garante segurança apenas contra pequenos laráprios (Fig. 12).

A necessidade dessa unidade de bombeamento decorre do problema de qualidade de água do Córrego Ponte Alta, uma vez que a irrigação dos telados exige água de boa qualidade para pesquisas com fertirrigação das hortaliças bem como para o sistema de irrigação por gotejamento utilizado. A água é bombeada em um tanque escavado no solo e revestido com sobras de plásticos transparentes oriundos de estruturas de proteção (Fig. 12). Existem, ainda, pequenas unidades de bombeamento monobloco, em bom estado de conservação e em pleno uso, que são responsáveis pelo bombeamento de água e pressurização de toda área de cultivo protegido.



Figura 12. Sistema de captação do Córrego Tamanduá – Telados (EB-3), mostrando os sistema metálico de proteção contra roubo. Tubulação de recalque em aço zincado e mangote de sucção. Reservatório revestido de plástico.

Sistema “booster” de recalque – Sementeira (EB-4)

Casa de bomba – encontra-se em bom estado de conservação requerendo apenas revitalização e uma porta mais segura.

Conjunto motobomba – do tipo monobloco, marca KSB, modelo ETABLOC 32.160.1, motor elétrico 5 CV (Fig.13). Embora com mais de 20 anos de uso, o conjunto está operando normalmente. O sistema de alimentação e de proteção elétrico é rude e perigoso, requerendo a proteção de fios, novas chaves seccionadora e de partida elétrica.



Figura 13. Casa de bombas da sementeira e vitrine-viva.

Sistema “booster” de recalque – Quadra K (EB-5)

Casa de bomba - encontra-se em bom estado de conservação requerendo apenas revitalização na pintura, colocação de vidros e reforma da calçada externa ([Fig. 14](#)).

Conjunto motobomba – do tipo acoplado por luva elástica, marca KSB, modelo ETA 50-40, motor elétrico 20 CV, em operação desde 1984 ([Fig. 14](#)) e em bom estado de conservação embora esteja operando com baixa eficiência devido, principalmente, a vida útil. A bomba apresenta vazamentos nos acessórios de vedação (gaxeta) e requer manutenção e substituição imediata de partes com desgaste.

Chave elétrica de partida – do tipo estrela-triângulo, encontra-se em bom estado de conservação requerendo apenas revisão da vida útil dos componentes de segurança. A fiação de ligação entre o motor e a chave deve ser embutida em tubo de polietileno

para proteção contra água e resguardar o operador do conjunto de eventual tropeço na fiação atual (Fig. 14).



Figura 14. Sistema “booster” das quadras N, K e G.

Sistema “booster” de recalque – (E.B.6)

Casa de bombas - encontra-se em bom estado de conservação requerendo revitalização na pintura, colocação de vidros e reforma da calçada externa. O tamanho da estrutura atual deve ser ampliada para dar maior comodidade de circulação e operação, além de oferecer maior segurança ao operador. A casa de bomba atual foi dimensionada para um conjunto motobomba de 100 CV ([Fig. 15](#)), recebendo posteriormente mais um conjunto motobomba de 50 CV ([Fig. 16](#)) reduzindo a área de circulação interna ao ponto de dificultar qualquer operação de manutenção bem como armazenamento de motores reservas ([Fig. 15](#)).

Conjuntos motobombas – o sistema EB-6 é composto por dois conjunto motobomba independentes, acoplados por luva elástica, com bombas marca KSB, modelo ETA 100/2, motor elétrico 100 CV e modelo ETA 80-40, motor elétrico 50 CV ([Fig. 15 e 16](#)). Ambos conjuntos estão em operação por mais de 20 anos, já tendo tido substituição de motores e partes por diversas vezes. Recentemente foi substituído o eixo da bomba ETA 100/2 (Maio/2004). Conforme mostra a [Figura 15](#), o conjunto de 100 CV necessita de revitalização urgente como a substituição do rotor da bomba, que já apresenta dimensões diferentes das condições de operação com eficiência, revisão de mancais e substituição de rolamentos, troca de gaxetas e juntas de vedação do corpo da bomba. Da mesma forma, o sistema de 50 CV requer manutenção imediata de gaxeta e manutenção de mancais e rolamentos, revisão das condições do rotor e troca de juntas. Os registros de abertura e fechamento de água situados na saída das bombas

precisam ser substituídos em razão da vida útil, mas principalmente pelo desgaste das partes internas, não permitindo completa vedação além de vazamentos na gaxeta do eixo causando vazamento dentro da casa de bomba e, também, pela dificuldade de operação (Fig.15).



Figura 15. Sistema “booster” de atendimento das quadras Q, R, S, T, U, V e X.



Figura 16. Sistema “booster” de 50 CV para quadras Q, R, S, T, U, V e X.

Chaves elétricas e partida – as chaves elétricas de partida dos dois conjuntos motobombas oferecem grande perigo de operação e devem ser substituídos de imediato, já tendo um deles causado uma explosão que por pouco não acidentou o técnico em eletricidade da Embrapa Hortaliças (Fig. 15).

Sistema “booster” de recalque – Córrego Capoeira Grande (E.B.7)

O sistema do Córrego Capoeira Grande foi dimensionado para aduzir água diretamente para o tanque principal, e dentre os equipamentos e acessórios

necessários, até o momento foram adquiridos dois conjuntos motobomba marca KSB, modelo ETA 80-40/2, motor elétrico 30 CV e um transformador de 45 KVA (Fig. 17). Este sistema visa abastecer o tanque principal com água de boa qualidade para uma área de até 20 ha, solucionando assim, o problema atual de qualidade da água do Córrego Ponte Alta. Portanto, o sistema do Córrego Capoeira está aguardando a aquisição dos demais equipamentos necessários para a montagem total do mesmo ([Anexo II](#)).



Figura 17. Sistema “booster” de 30 CV para a adutora do Córrego Capoeira.

DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO EXISTENTES

Adutora de sucção e recalque da EB-1

A adutora de sucção em ferro fundido tem diâmetro de 400 mm e encontra-se em boas condições de conservação. Entretanto, as válvulas-de-pé requerem substituição em razão das péssimas condições de operação atuais causadas pela vida útil (mais de 10 anos em uso) e pela qualidade da água do Córrego Ponte Alta que recebe descargas diárias de efluentes da ETE Recanto das Emas.

A adutora de recalque em ferro fundido de 300 mm de diâmetro encontra-se em boas condições de uso, não apresentando qualquer problema de vazamento, sendo o componente mais bem conservado do sistema de adução.

Redes de distribuição em cimento-amianto

São duas as redes de distribuição em tubulação de cimento-amianto, ambas com diâmetro de 200 mm. Estas duas redes estão em boas condições de uso, sendo

que uma abastece as quadras A, B, C e E e a outra as quadras D, F, H, I E J. Em termos de reposição e reparos nestas redes, contamos com um estoque de 196 tubos e 240 luvas de acoplamento (Fig. 18).

Interligadas nas redes de 200 mm, existem redes terciárias de cimento-amianto de 100 mm que distribuem água dentro das quadras. Os ramais localizados nas quadras B, C e D estão isolados sem condições de uso por falta de material de reposição. Recomenda-se uma revisão completa desses ramais, inclusive com a abertura de valetas para exposição e detecção dos locais com problemas.



Figura 18. Estoque de reposição de tubos e conexões de cimento-amianto de 8”.

Redes secundárias em alumínio

Toda a tubulação de alumínio da Embrapa Hortaliças foi adquirida anterior a 1986, portanto, em uso há 18 anos ([Fig. 19](#)).

Para o abastecimento das quadras S, T e U, existe um ramal de engate rápido em alumínio de 6” x 6 m (Dantas) na superfície pressurizado pelas unidades de bombeamento de 100 CV e 50 CV localizadas na quadra S. Abaixo do reservatório e interligado à rede principal de ferro fundido existe um ramal de engate rápido em alumínio de 5” x 6 m (Dantas) enterrado que abastece as quadras V e R. Esse ramal apresenta, periodicamente, vazamentos em engates em razão do rompimento de borrachas de vedação ou rompimento de tubos. Esse ramal foi enterrado em 1984, portanto especula-se que parte dos rompimentos sejam de origem hidráulica e devido ao movimento de fertilizantes. Esse ramal também é pressurizado pelas unidades de bombeamento, localizadas na estação de bombeamento da quadra S.

É importante salientar que tubos de engate rápido não são apropriados para a irrigação em projetos de pesquisa em razão dos mesmos, após cessada a pressão de recalque, drenarem a água contida nos tubos, provocando áreas de encharcamento dentro dos experimentos interferindo, assim, com os objetivos das pesquisas. Some-se a essa característica dos tubos de engate rápido os vazamentos oriundos de desgaste de ambos assento e borracha de vedação e problemas de alinhamento das redes.

Os ramais de distribuição dentro das quadras é realizado através de linhas de tubos de alumínio de engate rápido de 4" x 6 m. A Figura 20 ilustra alguns dos principais problemas de vazamento em tubos e conexões de engate rápido em alumínio devido, principalmente, a vida útil desses materiais. Durante 18 anos esses tubos tem sido movimentados de um lado para outro para atender a irrigação de todo o setor de campos experimentais da Embrapa Hortaliças.



Figura 19. Vista do pátio de armazenamento, de tubos e conexões.



Figura 20a. Vazamentos típicos em tubos e conexões no SCE/Embrapa Hortaliças.



Figura 20b. Outros vazamentos de rompimento da rede de irrigação.

Adutora cultivo protegido em alumínio

Esta adutora está enterrada em quase toda extensão e, em princípio, não apresenta problemas. A adutora do sistema Córrego Tamanduá consiste de tubos de engate rápido em aço zincado 4" x 6 m e tubos de engate rápido em alumínio 4" x 6 m, sendo responsável pelo abastecimento dos reservatórios enterrados do silo (4 x 2 x 1,2 m - 10 m³) e dos cultivos protegidos (6 x 3 x 1,1 m - 20 m³) (Fig. 21). É mais um sistema improvisado de abastecimento em decorrência da qualidade da água do Córrego Ponte Alta. Os sistemas predominantes na irrigação dos cultivos protegidos são o gotejamento (em geral, tubos gotejadores) e a microaspersão (microaspersores e nebulizadores), os quais requerem filtragem da água para manutenção da integridade dos mesmos e água de boa qualidade para a irrigação de experimentos de cultivos protegidos.



Figura 21. Reservatório do sistema Córrego Tamanduá no SCE/Embrapa Hortaliças .
Rede terciária em aço zincado

A rede de abastecimento da quadra G é de engate rápido em aço zincado 4” x 6 m e está em enterrada por mais de 25 anos. Encontra-se desativada há mais de 5 anos em razão do elevado grau de corrosão dos tubos, os quais não resistem mais pressão de trabalho sem rompimento (Fig. 22). Esta rede trabalha pressurizada continuamente pela diferença de nível do reservatório principal, constituindo-se em um sistema de grande flexibilidade para o manejo da irrigação, podendo ser operada por qualquer usuário sem treinamento de irrigação do SCE, pela dispensa de bombeamento “booster” adicional e, portanto, sem o consumo de energia elétrica. Atualmente, o atendimento desta quadra está sendo feito por rede superficial de engate rápido em alumínio 4” x 6 m.



Figura 22. Situação de tubos da rede enterrada de engate rápido 4” x 6 m em aço zincado de abastecimento da quadra G.

DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO EXISTENTES

Sistemas de irrigação por aspersão

Os sistemas de irrigação por aspersão são responsáveis por 87% da área irrigada dos setor de campos experimentais da Embrapa Hortaliças, sendo 72 ha por irrigação por aspersão convencional e 28 por aspersão por pivô-central ([Fig. 23](#)).

Aspersão convencional – representa mais de 60% da área irrigada do SCE. Utiliza tamanho de aspersores variando desde pequenos, médios até canhão. O tipo predominante é de aspersor-canhão que irriga, em média, 432 m² de área por vez. O inventário (Dez/2002) da Embrapa Hortaliças registra a existência de 23 desses aspersores, todos adquiridos no início dos anos 80, ou seja, já há muito ultrapassaram

a vida útil de funcionamento. Dessa forma, estão operando com baixa eficiência em razão dos inúmeros reparos e improvisações por inexistência de peças de reposição. No campo, tem sido necessário o uso de aspersores de diferentes marcas, bocais, vazão, etc, resultando num baixíssimo coeficiente de uniformidade de distribuição (Fig. 23 e 24).



Figura 23. Sistemas de irrigação por aspersão utilizados nos SCE/Embrapa Hortaliças.



Figura 24. Aspersores do tipo canhão utilizados no SCE/Embrapa Hortaliças, mostrando a diversidade de equipamentos.

Pivô Central - Instalado no final da década de 80, com capacidade para irrigar 29 hectares, o pivô central da Embrapa Hortaliças está operando em condições normais. Apesar do funcionamento normal, apresenta problemas de manutenção de partes com vida útil já expirada (Fig. 25). Um dos motoredutores de 1 ½ CV de acionamento da torre precisa de substituição de rolamentos e troca de óleo. A troca de óleo em motoredutores e redutores é feita a cada 4000 horas ou 2 anos. Juntas de fixação de

torres apresentam vazamentos que são corrigidos improvisando vedação com borracha de câmara de ar enrolada.

O painel elétrico, embora operacional, necessita de manutenção para revisão de componentes elétricos com fadiga e desgates resultando baixa eficiência de funcionamento.

Tendo em vista a qualidade da água de irrigação, faz-se necessário a retirada anual de bengalas, reguladores de pressão e aspersores para limpeza e substituição de partes danificadas. A Figura 26 mostra a distribuição de água dos aspersores e problemas de distribuição devida a qualidade da água de irrigação.

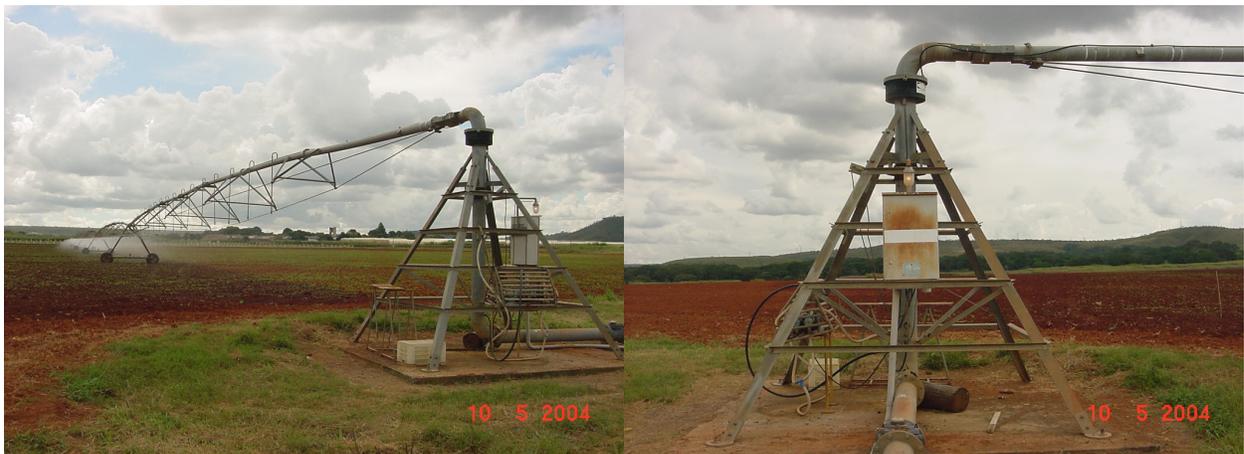


Figura 25. Pivô central.



Figura 26. Problemas de uniformidade de distribuição de água causada por entupimento de aspersores spray em razão da má qualidade da água de irrigação.

Irrigação Localizada

Basicamente, são utilizados na Embrapa Hortaliças os sistemas por microaspersão, gotejamento e suas derivações (nebulizadores em telados).

Microaspersão e gotejamento – atualmente a área irrigada dos SCE por estes sistemas está abaixo de 2 hectares. Não há estoque de material e acessórios novos na unidade, e, a título de exemplo, os microaspersores “Dantas” adquiridos em 1984 ainda são os mais usados em sementeiras e na vitrine de hortaliças, apesar da sua baixa eficiência de distribuição em razão da desuniformidade entre emissores e vida útil há muito expirada (Fig. 27). Em geral, novos projetos que demandam estes sistemas de irrigação, estão adquirindo equipamentos de irrigação localizada mais modernos, embora em pequenas quantidades (Fig. 27). Não há estoque de mangueiras de polietileno novas para redes de distribuição principal, embora exista uma grande quantidade de mangueiras velhas mas que ainda podem ser usadas, principalmente aquelas de maior diâmetro e de custo elevado, para condução e distribuição de água em pequenas áreas experimentais (Fig. 28). Com relação aos outros componentes do sistema como: filtros, reguladores de pressão, registros e conexões em geral, só existem alguns poucos itens usados, mas ainda operacionais. Existem muitas conexões usadas para mangueiras de polietileno, embora às vezes não sejam compatíveis com os novos materiais.

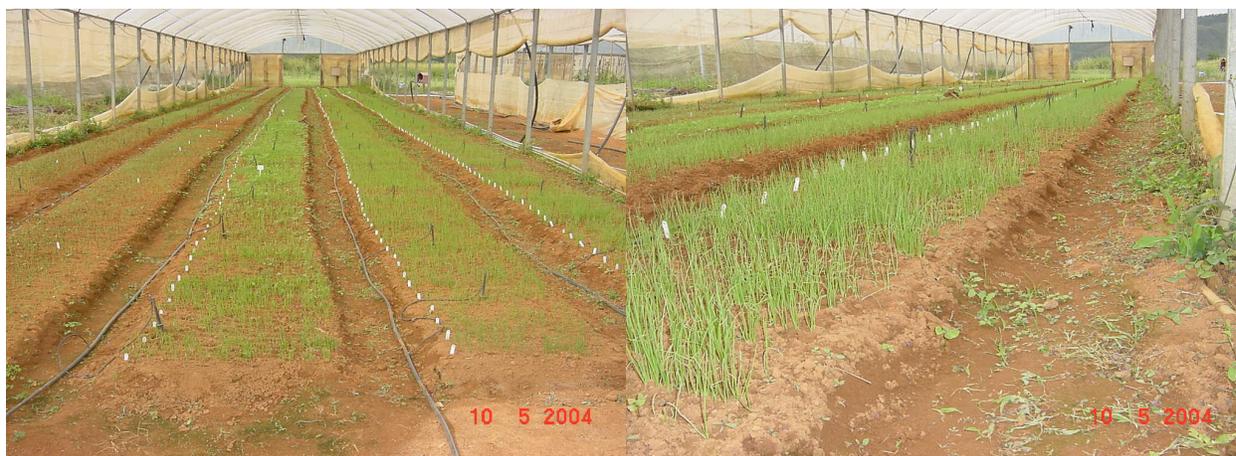


Figura 27. Microaspersão em telados mostrando uso de microaspersores velhos e novos.



Figura 28. Exemplo de equipamentos de irrigação localizada existentes no SCE, mostrando mangueiras de polietileno, conexões e tubos gotejadores usados.

A Figura 29 ([Anexo III](#)) ilustra o Setor de Campos Experimentais da Embrapa Hortaliças com a sua divisão em quadras mostrando a localização e o tipo de estrutura hidráulica existente.

CONCLUSÃO

O grupo de trabalho, após exaustivo levantamento dos equipamentos e acessórios do sistema de irrigação do setor de campos experimentais da Embrapa Hortaliças, elaborou o presente relatório-diagnóstico para subsidiar ações de revitalização futuras.

A conclusão final é de que o sistema de irrigação do SCE/Embrapa Hortaliças necessita de uma revitalização imediata, sendo que em alguns setores as ações devem ser em caráter urgente, como a recuperação do reservatório de armazenamento, implementação do sistema de bombeamento de água limpa do Córrego Capoeira, aquisição de aspersores (pequenos e canhões), borrachas de vedação para tubos em geral, substituição de tubos e conexões com desgaste excessivo, substituição de chaves elétricas de partida, manutenção e substituição de partes de bombas etc.

Assinam o presente documento todos os membros do grupo de trabalho constituído pela Ordem de Serviço CNPH N^o 008/04 de 16 de Março de 2004.

Brasília-DF, 15 de setembro de 2004

ANEXOS

ANEXO I

INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS DE IRRIGAÇÃO EXISTENTES

Um levantamento patrimonial de equipamentos e acessórios portáteis do sistema de irrigação do Setor de Campos Experimentais, foi realizado pelos responsáveis pelos SCE e Irrigação em novembro de 2002. Em razão de roubos ocorridos nas dependências da unidade, esta relação já se encontra desatualizada. Importante lembrar que equipamentos e acessórios que se encontram enterrados não estão contemplados nesta relação:

Descrição	Diâmetro	Fabricante	Qdade
Tubo de alumínio de engate rápido	6" x 6 m	Dantas	55
Tubo de alumínio de engate rápido	5" x 6 m	Dantas	140
Tubo de alumínio de engate rápido	4" x 6 m	Dantas	1829
Tubo de alumínio de engate rápido	3" x 6 m	Dantas	99
Tubo de alumínio de engate rápido	5" x 6 m	Carborundum	232
Tubo de alumínio de engate rápido	4" x 6 m	Carborundum	255
Tubo de PVC de engate rápido	4" x 6 m	Tigre	333
Tubo de PVC de engate rápido	3" x 6 m	Tigre	8
Tubo de aço zincado de engate rápido	4" x 6 m	Asbrasil	90
Tubo de aço zincado de engate rápido com saída de aspersor	4" x 6 m	Asbrasil	41
Tubo de aço zincado de engate rápido com válvula de engate rápido para aspersor	4" x 6 m	Asbrasil	22
Tubo de fibro-cimento	8" x 4 m	Eternit	196
Luva de conexão	8"	Eternit	240
Derivação para ramal com válvula em alumínio	6"	Dantas	7
Derivação para ramal com válvula em alumínio	5"	Dantas	35
Derivação para ramal com válvula em alumínio	4"	Dantas	74
Saída para aspersor canhão com registro e engate rápido EB-	4" x 2 1/2"	Dantas	192
Válvula de alumínio pé de aspersão	4"	Dantas	142
Pé de aspersor PVC	4"	Tigre	95
Pé de aspersor PVC	3"	Tigre	41
Válvula de alumínio pé de aspersor	3"	Dantas	19
Registro com adaptador de alumínio	4"		18
Registro com adaptador de PVC	4"		11
Registro de aço	4"		9
Tê de alumínio	4"	Dantas	32
Tê de alumínio duplo	4"	Dantas	11
Curva de derivação com chave	4"	Dantas	42
Curva de derivação com chave	3"	Dantas	8
Curva de 90º aço zincado	4"	Asbrasil	13
Tê aço zincado	4"	Asbrasil	15

Curva aço zincado	4"	Asbrasil	4
Inversão fêmea de alumínio	4"	Dantas	6
Inversão macho de alumínio	4"	Dantas	4
Adaptador de alumínio para aço zincado	4"	Dantas	15
Adaptador de alumínio para PVC	4"	Dantas	10
Tê de PVC	4"	Tigre	20
Tê de PVC	3"	Tigre	52
Cruzeta de aço zincado	4"	Asbrasil	4
Tampão de alumínio	4"	Dantas	68
Tampão de alumínio	3"	Dantas	6
Cap fêmea de PVC	4"	Tigre	5
Cap macho de PVC	4"	Tigre	6
Tampão de aço zincado	4"	Asbrasil	9
Canhão CD-50		Dantas	16
Canhão – MD-300		Dantas	7
Aspersor ZE-30		Asbrasil	40
Aspersor ZE-30 Setorial		Asbrasil	15
Aspersor ZE-30 bocal 9,5		Asbrasil	36
Aspersor Top		Dantas	10
Aspersor MD-25		Dantas	21
Válvula de aço zincado	4"	Asbrasil	12
Tampão de alumínio	5"	Dantas	3
Tê de alumínio	6"	Dantas	19
Inversão de alumínio	5" / 4"	Dantas	28

ANEXO II
SISTEMA DA ADUTORA DO CÓRREGO CAPOEIRA GRANDE
MEMORIAL DESCRITIVO SIMPLIFICADO

Introdução

O projeto de uma fonte de abastecimento de água de boa qualidade para fins de irrigação de experimentos com hortaliças foi proposto em Setembro de 1999 e, em decorrência de entraves econômicos e ambientais, não foi dada seqüência nas etapas de aquisição de equipamentos e acessórios e execução.

Diante da impossibilidade de construção de um reservatório de armazenamento de água, em área pertencente à Embrapa Hortaliças, apresentamos a alternativa de construção de uma adutora para bombeamento máximo de 20 litros por segundo do Córrego Capoeira Grande. Esclarecemos que esse córrego nasce dentro da propriedade da Embrapa Hortaliças. A adutora proposta deve respeitar o limite de bombeamento de 80% da vazão total do córrego em qualquer período do ano, ou seja, 20% da vazão disponível permanecerá correndo, de forma a respeitar-se o equilíbrio do ecossistema atual.

Premissas para o cálculo da necessidade de água para irrigação:

Para fins de dimensionamento da linha adutora, as seguintes premissas foram assumidas:

- 1) Precipitação efetiva(P_e)=calculada pela equação do Serviço de conservação de solo dos Estados Unidos:
- 2) Evapotranspiração da cultura máxima(E_{tmax})=evaporação média mensal
- 3) Eficiência global do sistema (E_f)= 80 %
- 4) Coeficiente de cultura (K_c) médio = 1,0
- 5) Umidade disponível (1 mm/cm solo; prof. Raízes média de 25 cm) = 0,025 m
- 6) Utilizar somente 80% da vazão disponível como forma de preservação do meio ambiente
- 7) Vazão máxima a ser bombeada do Córrego Capoeira igual a 80% da vazão atual
- 8) Perdas eventuais em 5% da perda de carga (h_f)
- 9) Altura de sucção máxima de 2 m.c.a.
- 10) Eficiência do motor elétrico de 90%
- 11) Coeficiente de Hazen-Williams $C = 150$

Tabela 1. Dados da Estação Climatológica e Vazão do córrego Capoeira da Embrapa Hortaliças (Período de Janeiro de 1971 a Agosto de 1998; Latitude Sul: 15°56'00"; Altitude: 997,6 m).

Mês	Evap.	Precip.	Vazão*	Área irrigável máx. c/16h bombeamento	Área Total	Bombeamento mensal
	mm/dia	mm/dia	l/s	ha	ha	horas
Jan	4,6	6,9	30	32,0	41,7	160
Fev	4,9	6,7	30	28,3	37,2	152
Mar	4,5	6,4	30	30,9	40,4	176
Abr	4,8	6,3	30	28,2	36,9	160
Mai	5,3	1,3	29	17,4	22,0	168
Jun	5,4	0,3	28	17,1	21,0	160
Jul	6,3	0,2	23	13,5	15,0	184
Ago	8,0	0,4	15	6,9	8,1	184
Set	7,8	1,9	12	5,7	7,0	168
Out	6,2	4,7	15	10,3	12,1	168
Nov	5,0	7,7	19	23,6	26,9	160
Dez	4,4	8,4	30	43,8	57,2	160

(*) Estimativa da variação mensal de vazão

Considerando que o período crítico da demanda de irrigação no Campo Experimental da Embrapa Hortaliças ocorre nos meses de Julho a Setembro, onde a vazão mínima é de 12 l/s e máxima é de 23 l/s, apenas 80% desses valores poderão ser bombeados, ou seja, 9,6 l/s e 18,4 l/s, respectivamente. Entretanto, o sistema de bombeamento foi dimensionado para a vazão máxima de 19,5 l/s, considerando que a capacidade do córrego Capoeira se eleva acima desses valores nos meses de novembro a junho e, também, para manter a potência requerida do motor elétrico em 40 CV.

A Tabela 1 ilustra os valores de área irrigável máxima que se obtém com 80% da vazão máxima do córrego e a área irrigável com a água armazenada no reservatório de 3750 m³. Para efeito de planejamento, a área plantada, possível de ser irrigada nos meses de julho a outubro, deve ficar restrita a uma média de 9 ha.

Justificativa

A área experimental e irrigada da Embrapa Hortaliças é de 115 ha. Atualmente, em razão do custo elevado de pesquisas de campo, da redução contínua dos recursos para investimento em pesquisa de hortaliças, da manutenção da sustentabilidade ambiental, da necessidade de áreas de rotação de cultura e, sobretudo, da qualidade da água do Córrego Ponte Alta, principal fonte de abastecimento desta unidade de pesquisa desde a sua criação, apresentar alto teor de poluição para fins de irrigação, somente um percentual variável da área total de 115 há é cultivada.

Tendo em vista esta redução de área cultivada, o projeto da adutora do Córrego Capoeira Grande é uma alternativa de grande importância para a sustentabilidade da Embrapa Hortaliças e continuidade das pesquisas em hortaliças, considerando que a qualidade da água é adequada para fins de irrigação e o controle da preservação dessa qualidade uma vez que a nascente e todo o caminho percorrido pelo curso d'água ocorre dentro da área da instituição.

O memorial descritivo das obras civis necessárias e o orçamento de execução do projeto deverão ser feitos por empresas a serem contratadas. O projeto deverá contar com o apoio do setor de Engenharia da Embrapa Sede no sentido de contatar e contratar essas empresas.

A Tabela 2 ilustra o dimensionamento hidráulico da adutora do sistema de bombeamento Córrego Capoeira.

Tabela 2. Dimensionamento hidráulico do sistema de bombeamento alternativo da Embrapa Hortaliças a partir do Córrego Capoeira - Setembro/2001

Meses	C	K	L (metro)	Q (l/s)	Q (m ³ /h)	D (mm)	J m/100m	hf m.c.a	V (m/s)	HT (m)	Potência CV req.	Consumo KW/h	Trasnformador		KSB	
													KVA nom.	KVA	1750rpm	diâmetro
Jan	144	1,21E+12		10,0	36,0	100	1,46	27,37	1,2732	88,59	18,48	16,4	19,30	45		
Fev	150			10,0	36,0	150	0,20	3,80	0,5659	63,84	13,31	11,8	13,91	45		
Mar				19,5	70,34	150	0,70	13,11	1,1050	73,62	30,00	26,6	31,34	45	80-40/4	220 mm
Abr	Desnível1 =	36	1280	24,1	86,9	151	1,00	18,69	1,3442	79,47	40,00	35,5	41,79	75		
Mai	Desnível2 =	19	590	29,0	104,4	138,2	2,18									
Jun	Dn total=	55	1870	28,0	100,8	138,2	2,04									
Jul				23,0	82,8	123,0	2,50									
Ago				15,0	54,0	104,5	2,50									
Set				12,0	43,2	100,0	2,05									
Out				15,0	54,0	104,5	2,50									
Nov				19,0	68,4	114,4	2,50									
Dez				30,0	108,0	138,2	2,32									

Assume:

- 1) Vazão máxima a ser bombeada = 20 l/s
Vazão máxima a ser bombeada = 10 l/s
- 2) Perdas eventuais em % de hf = 5 %
- 3) Altura de Sucção máxima = 2 mca
- 4) Assume eficiência Motor/Bomba (0,9x0,7)= 63 %
- 5) Eficiência máxima do transformador = 85 %

Abaixo apresentamos a relação preliminar de materiais necessários para a construção e operacionalização da adutora do córrego Capoeira:

Item	Qtde	Descrição										
01	02	Conjunto moto-bomba: Marca KSB multiestágio, modelo 80-40/4, diâmetro do rotor 220 mm; motor elétrico trifásico, 30 cv, 220/380 V, 1750 rpm, montado sobre base de ferro padrão KSB incluindo chumbadores, acoplamento por luva elástica, para atender as condições operacionais de vazão de 70 m ³ /hora e altura manométrica total de 74 m.c.a.										
02	01	Conjunto de sucção composto de: 01 redução excêntrica de 200 mm x 100 mm 01 válvula de pé flangeada de 200 mm (6")										
		<table border="0"> <tr> <td>Opção 1: sucção flexível</td> <td>Opção 2: sucção rígida</td> </tr> <tr> <td>01 mangote 200 mm x 6 m (ou sucção rígida)</td> <td>01 tubo galvanizado 200 mm x 4 m</td> </tr> <tr> <td>02 adaptadores flangeados 200 mm</td> <td>02 tubo galvanizado 200 mm x 2 m</td> </tr> <tr> <td>02 abraçadeiras 200 mm</td> <td>01 tubo galvanizado 200 mm x 1 m</td> </tr> <tr> <td>24 parafusos com porcas p/flanges</td> <td>01 curva 200 mm x 90°</td> </tr> <tr> <td></td> <td>48 parafusos com porcas p/flanges</td> </tr> </table>	Opção 1: sucção flexível	Opção 2: sucção rígida	01 mangote 200 mm x 6 m (ou sucção rígida)	01 tubo galvanizado 200 mm x 4 m	02 adaptadores flangeados 200 mm	02 tubo galvanizado 200 mm x 2 m	02 abraçadeiras 200 mm	01 tubo galvanizado 200 mm x 1 m	24 parafusos com porcas p/flanges	01 curva 200 mm x 90°
Opção 1: sucção flexível	Opção 2: sucção rígida											
01 mangote 200 mm x 6 m (ou sucção rígida)	01 tubo galvanizado 200 mm x 4 m											
02 adaptadores flangeados 200 mm	02 tubo galvanizado 200 mm x 2 m											
02 abraçadeiras 200 mm	01 tubo galvanizado 200 mm x 1 m											
24 parafusos com porcas p/flanges	01 curva 200 mm x 90°											
	48 parafusos com porcas p/flanges											
03	01	Conjunto de recalque (ligação de pressão) composto de: 01 Ampliação concêntrica de 80 mm x 150 mm 01 Curva flangeada de 90° x 150 mm 01 Válvula de retenção flangeada de 150 mm 01 Registro de gaveta flangeado de 150 mm 01 Adaptadores flangeados 150 mm (p/ fazer a transição para PVC DeFoFo) 02 Manômetro com glicerina 2 ½" x ¼" Escala de 0 a 100 PSI 80 parafusos com porcas p/flanges										
04	02	Válvula antecipadora de onda de 150 mm, Marca Barbará/Bermad, Modelo 735.										
05	04	Registro de Gaveta de 150 mm										
06	10	Tubo de ferro galvanizado (ou de cimento-amianto) flangeado de 150 mm										
07	315	Tubo para irrigação linha fixa com ponta, bolsa e anel de borracha, PN 80, DN 150 mm, Marca TIGRE, Linha DeFoFo.										
08	05	Luva de correr, DN 150 mm, Marca TIGRE, Linha DeFoFo										
09	10	Anel de borracha, DN 150 mm, Marca TIGRE, Linha DeFoFo										
10	02	Pote de pasta lubrificante, Marca TIGRE, Linha DeFoFo										
11	01	Quadro de partida elétrica, automático, trifásico, 30 CV, 220/380 V, incluindo chave seccionadora e proteção contra queda de fase.										
12	400	Metros de rede elétrica de alta tensão										
13	01	Transformador 45 KVA										
14	01	Aterramento para transformador e conjunto moto-bomba										
15	30	Metros de rede elétrica de baixa tensão										
16	01	Construção de casa de bomba, 3 m x 4 m (12 m ²)										
17	01	Construção da tomada d'água em concreto										

18	01	Construção de ancoragem para adutora de 150 mm
19	01	Construção de ancoragem para válvula de retenção
20	01	Construção de estrutura de concreto para montagem de válvulas antecipadoras de onda
21	02	Tê galvanizado flangeado de 150 mm
22	03	Curva galvanizada flangeada de 150 mm x 90°
23	02	Tubo galvanizado flangeado de 150 mm x 2 m
24	13	Tubo galvanizado flangeado de 150 mm x 6 m
25	216	Parafusos com porcas p/flanges