

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DE UMA PLANTA DE PRODUÇÃO DE IOGURTE¹

Fabrcio Ladeira Milagres²

Resumo: Em uma planta de produo de iogurte fermentado, o processo de fabricao contm as etapas de recepo de leite, armazenamento de leite refrigerado, pasteurizao e padronizao do leite, mistura de produtos lquidos e ps, pasteurizao da mistura, adio de fermento em linha, fermentao, texturizao, base branca e adio de polpa e aroma em linha com misturador dinmico. Dado que o iogurte um produto extremamente sensvel a contaminaes fsico qumicas, faz-se necessria a busca contnua por solues sanitrias de controle e monitoramento da planta. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma proposta de automao de uma planta para produo de iogurte fermentado.

Palavras-chave: Iogurte. Industria. Alimentos. Automao. Fermentados.

1. INTRODUO

A indstria de produtos lcteos est buscando aprimoramento de processos desde a ordenha do leite na fazenda at o envase do produto para poder fornecer ao consumidor produtos com qualidade altas para consumidores mais exigentes e para que o produto tenha um maior valor agregado. Para garantir que o produto final foi fabricado atendendo todos os parmetros de qualidade, necessrio monitoramento de certos parmetros fundamentais para a produo.

Arruda (2002, p.21) comenta que o controle de qualidade "o conjunto de atividade planejadas e sistematizadas que objetivam avaliar o desempenho de processos e a conformidade de produtos e servios com especificaes e prover aes corretivas".

Para qualquer tipo de iogurte que se deseja produzir, fatores como: matria-prima, ingredientes, fermentos, instalaes, modo de preparar, merecem cuidados especiais pois, conforme Paladini (1997, p. 16), a qualidade total prioriza a ausncia de defeitos atravs da correo e preveno dos problemas; mas, para adequar o produto (iogurte) ao uso, deve-se

adotar padres de qualidade em todas as etapas da cadeia produtiva.

A Planta de produo de iogurte fermentado pode ser dividida em seis reas de processos.

A primeira rea corresponde a recepo do leite e resfriamento, etapa em que ocorre a descarga do leite dos caminhes, filtragem e resfriamento do mesmo para armazenamento em temperatura adequada.

A segunda rea corresponde a estocagem do leite cru resfriado em um silo de ao inox, o leite ento direcionado para o processo de pasteurizao/desnate. O processo de pasteurizao garante que o leite atenda aos padres de qualidade necessrios. Apes essa etapa possuiremos leite desnatado pasteurizado e creme de leite.

Na terceira rea, o leite e o creme so ento adicionados ao tanque de preparao (propores variam de acordo com a receita do produto a ser fabricado), soro pasteurizado tambm uma das matrias primas liquidas do processo. Pode-se considerar que a utilizao de soro de queijo na elaborao de produtos lcteos fermentados constitui uma forma racional de aproveitamento desse resduo, que

¹ Trabalho de Concluso de Curso apresentado como requisito parcial a obteno do ttulo de Especialista em Automao Agrcola e Industrial, do Departamento de Engenharia Eltrica da Universidade Federal de Viosa.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Souza Brandao

² E-mail: fabriciolmilagres@hotmail.com

apresenta excelente valor nutritivo (Almeida et al., 2001). Na mesma área possuímos também um misturador de pós, onde podem ser adicionadas matérias primas em pó (leite em pó, gelatina etc.) ao processo de fabricação de iogurte. Retornando a mistura no próprio tanque de preparação. Com a inserção de uma grande quantidade de ingredientes ao produto, é então necessária realizar uma nova pasteurização para garantir que o produto não possui contaminantes, após o processo de pasteurização o produto passa pelo processo de homogeneização e então é encaminhado para o skid de dosagem de fermento. Onde ocorrerá a dosagem de fermento em linha.

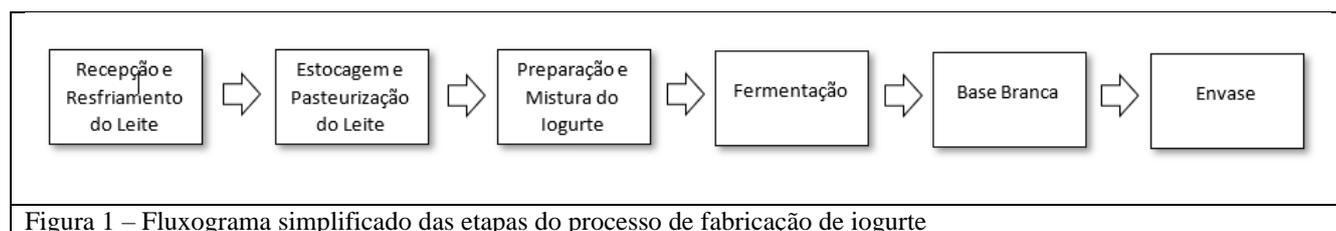
O produto é então encaminhado para a quarta área, fermentação, onde ficará armazenado em um tanque até que o PH ideal do produto seja atingido. Após atingir o correto PH, o produto

é resfriado e texturizado (ocorre a quebra do produto para atingir a viscosidade desejada).

A quinta área do processo corresponde a estocagem de base branca, nessa etapa do processo o iogurte natural já está finalizado e resfriado. E fica aguardando a disponibilidade do equipamento de envase para prosseguir com o processo.

A sexta e última etapa é então onde ocorrem as adições de polpa e aroma na base branca do produto quando aplicáveis. Passando então por um misturador dinâmico no processo para sua homogeneização. Com isso a fabricação do produto está finalizando, sendo então encaminhado para o envase.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma planta para produção de iogurte fermentado.



2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A planta de iogurte foi separada em seis áreas, todas detalhadas a seguir, cujo objetivo é o aprimoramento do processo.

2.1. Recepção de Leite e Resfriamento

Inicialmente o caminhão de leite estaciona na baía de recepção, então o operador deverá realizar a ligação da mangueira na válvula de recepção com o caminhão manualmente. Para reduzir o erro de operação, na recepção de leite possuirá uma IHM que operador deverá realizar confirmações de abertura de válvula manual presente no caminhão e se o mesmo realizou o engate da mangueira de forma adequada.

O leite então passará por um tanque desaerador (TQ-1001), que tem a função de tirar a espuma do leite para correto funcionamento do medidor

de vazão eletromagnético. O tanque desaerador possui chaves de nível alto (1000-LSH-01) e baixo (1000-LSL-01).

Logo após o tanque desaerador há uma chave de fluxo (1000-FS-01) que controlará o funcionamento da bomba centrífuga 1000-BC-01, ou seja, para a bomba entrar em funcionamento, a chave de nível deve confirmar a presença de leite na tubulação. Uma bomba centrífuga instalada inapropriadamente e operando na condição de cavitação por tempo prolongado está sujeita a ocorrência de diversos problemas, que podem afetar seriamente seu desempenho operacional e sua integridade mecânica (COELHO, 2006, p.2).

O leite passará então por filtros instalados em linha (1000-FI-01 e 1000-FI-02), os sensores de pressão 1000-PT-01 e 1000-PT-02 verificam

por diferencial de pressão se o filtro está saturado e alterna entre os filtros automaticamente. Emitindo um alerta ao operador para realizar a limpeza manual do filtro saturado.

Então, o volume do leite é medido pelo transmissor de vazão eletromagnético (1000-FT-01) e de acordo com o valor de temperatura setado pela operação, o transmissor de temperatura (1000-TT-01) após o trocador de calor (1000-TC-01) realiza um controle PID da válvula moduladora de água gelada (1000-VA-07) para que o leite atinja a temperatura desejada. Os dados de temperatura e pressão da água gelada são monitorados pelo sistema para

correto controle de temperatura no trocador. O resfriamento é a principal forma de conservação do leite após a ordenha. A refrigeração impede a multiplicação exagerada da maioria dos microorganismos do leite, entretanto não impedem a multiplicação dos microorganismos psicotróficos (ZALL, 1990).

Após a descarga do leite do caminhão, as tubulações ficam com leite dentro das mesmas, sendo necessário realizar o “flush” do leite com água. O turbidímetro (1000-AT-01) instalado na linha tem a função de verificar a transição de leite para água na tubulação, fechando a válvula de entrada do tanque (2000-VA-01).

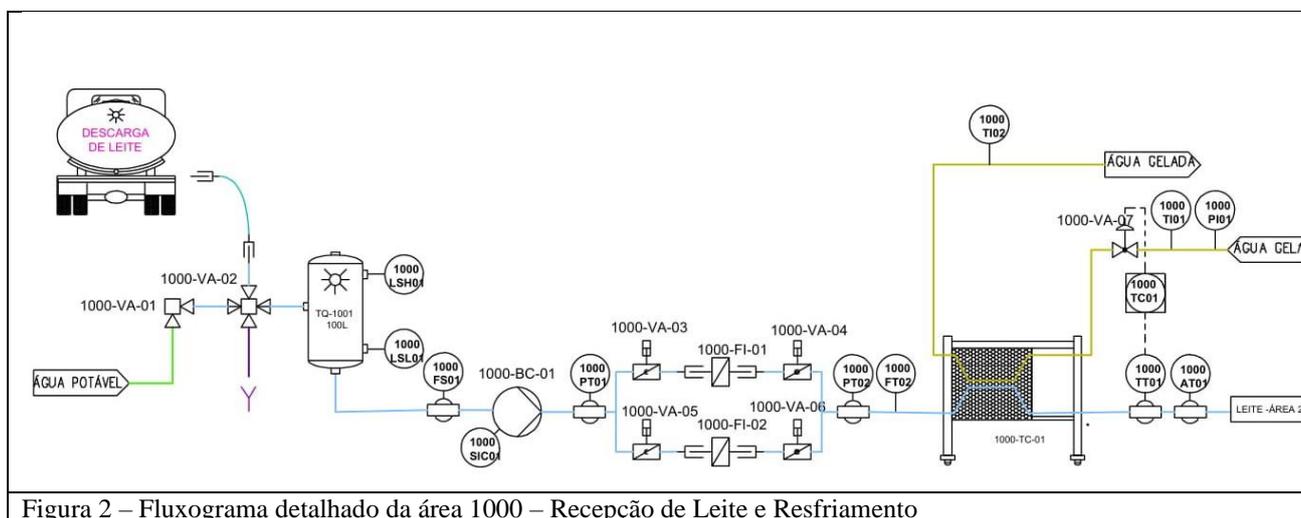


Figura 2 – Fluxograma detalhado da área 1000 – Recepção de Leite e Resfriamento

2.2. Estocagem e pasteurização de leite

O leite resfriado é então armazenado no tanque TQ-2001. O tanque possui controle de nível através das chaves de nível alto (2000-LSH-01), chave de nível baixo (2000-LSL-01) e transmissor de nível (2000-LT-01), possui também agitador (2000-AG-01) para manter a homogeneização do leite e transmissor de temperatura (2000-TT-01), este sensor é um dos controles de qualidade para verificar se o leite ficou armazenada dentro da temperatura correta.

O leite é então retirado do tanque e similar a área 1000 possuímos uma chave de fluxo (1000-FS-01) para controlar o funcionamento da bomba 2000-BC-01. O indicador de pressão (1000-PI-01) após a bomba, serve para monitoramento do correto funcionamento do equipamento.

O leite é então enviado para o pasteurizador, onde é pasteurizado e desnatado. Saindo do pasteurizador uma linha de leite pasteurizado e uma de creme de leite.

O flush (empurre) de água das linhas de todas as áreas ocorre similar a área 1000.

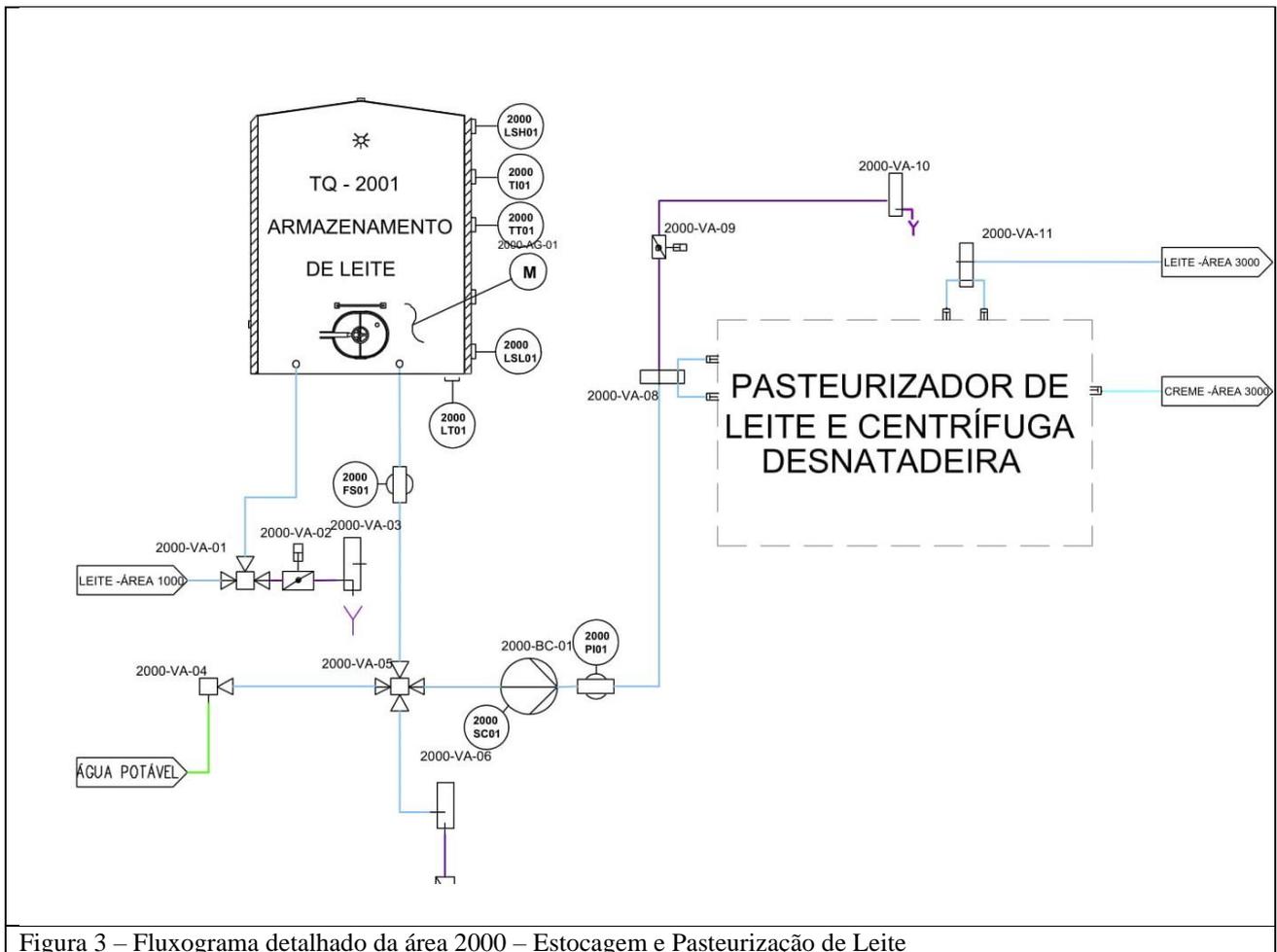


Figura 3 – Fluxograma detalhado da área 2000 – Estocagem e Pasteurização de Leite

2.3. Preparação de iogurte

O tanque TQ-3001 é alimentado com creme e leite pasteurizado oriundos do pasteurizador e de soro oriundo do processo de fabricação de queijo (não detalhado no presente trabalho). O tanque possui chaves de nível alto (3000-LSH-01), chave de nível baixo (3000-LSL-01) e células de carga (3000-WT-01) para controle do volume do tanque, agitador(3000-AG-01) para homogeneização do produto, transmissor de temperatura (3000-TT-01) e sensor indutivo (3000-ZS-01) na porta. O sensor indutivo é responsável por verificar se a boca de visita do tanque foi aberta durante uma produção.

Após o envio dos líquidos de acordo com a receita, a mistura do tanque é redirecionada ao misturador de pós, onde o operador adiciona manualmente os pós utilizados na receita (leite

em pó, estabilizante, gelatina, entre outros). E então a mistura retorna ao tanque.

A mistura é então direcionada ao sistema de pasteurização de iogurte e homogeneização pela bomba 3000-BC-04. Para correta homogeneização do produto, ele passa por um equipamento denominado homogeneizador (no caso incorporado no equipamento de pasteurização), em que o produto é submetido a passagem por pequenos orifícios a altas pressões.

Após a pasteurização/homogeneização ocorre a adição de fermento em linha com o produto. O fermento é inserido nas garrafas (G1 e G2) pela operação manualmente e então liberado no sistema, conforme as operações manuais realizadas na área 1000.

O produto é então direcionado ao tanque de fermentação 4001.

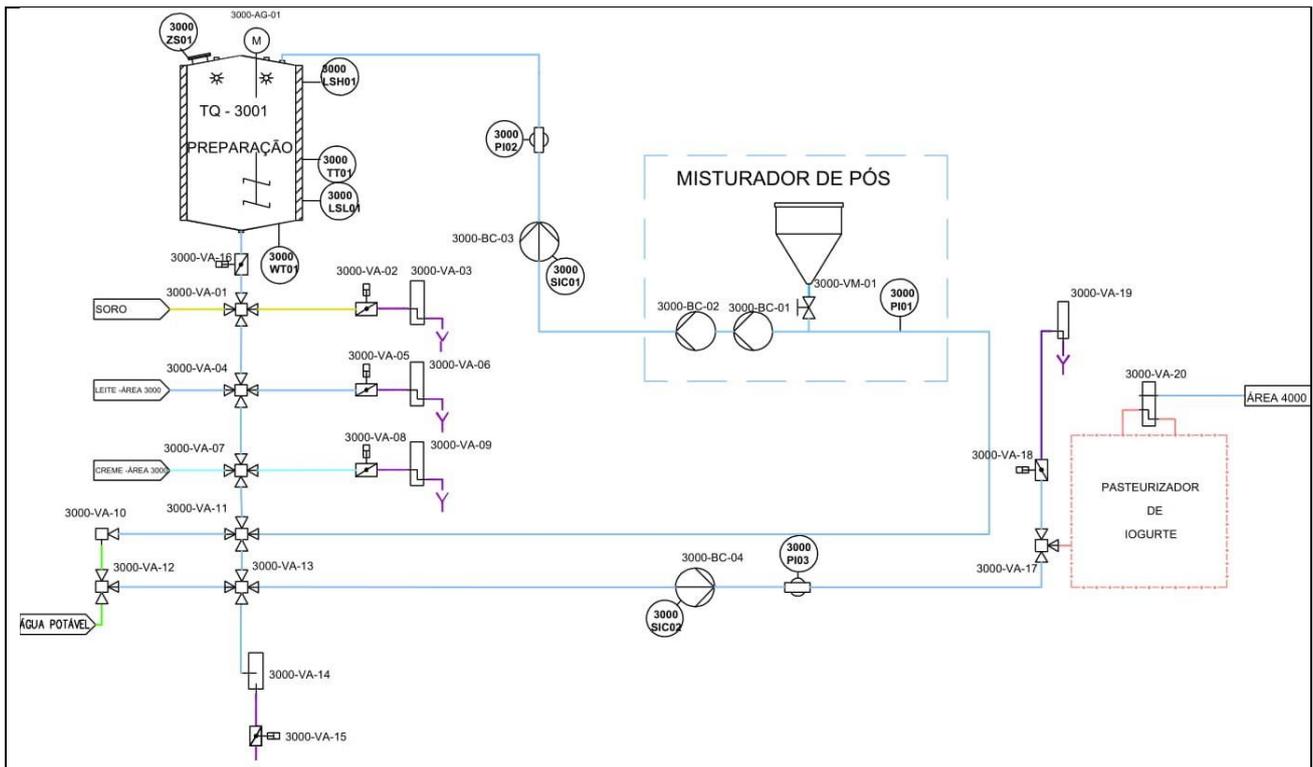


Figura 4 – Fluxograma detalhado da área 3000 – Preparação de iogurte

2.4. Fermentação

O produto pasteurizado e com adição de fermento é então enviado para o tanque de fermentação TQ-4001, onde será armazenado e agitado até que o valor de Ph desejado seja atingido.

Amostras devem ser tiradas do tanque pela válvula 4000-VA-09 para análise do Ph. E então o valor do Ph será inserido no sistema pelo operador.

O tanque 4001 possui sistema de esterilização via vapor estéril e possui sistema de injeção de ar comprimido estéril no mesmo. A injeção de ar comprimido cria uma pressão positiva no tanque, impedindo que contaminantes externos entrem no mesmo quando o tanque está com produto. Devido a essa pressão, o tanque é equipado com válvulas quebra vácuo (4000-QV-01 e 4000-QV-02) e de válvulas de alívio de pressão (4000-PSV-01 e 4000-PSV-02) e também sensor de pressão alta (4000-PTH-01) instalado no topo do tanque e sensor de pressão baixa (4000-PTH-01) instalado no fundo do

tanque. A diferença entre os dois sensores será a pressão de coluna do produto no interior do tanque. O dimensionamento construtivo do tanque deve se enquadrar na NR13. Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão e suas tubulações de interligação nos aspectos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores (NR 13, 1978).

O tanque possui também chaves de nível alto (4000-LSH-01) e baixo (4000-LSL-01), sensor indutivo na boca de visita (4000-ZS-01), agitador (4000-AG-01) com inversor de frequência (4000-SIC-01), indicador (4000-TI-01) e transmissor de temperatura (4000-TT-01).

Após o processo de fermentação, o produto passa por uma válvula texturizadora (4000-PVC-01), a qual é ajustada buscando o ponto de viscosidade ideal do produto. O envio do produto nesse caso é realizado através de uma bomba positiva. A bomba positiva (4000-BP-

01) deve ser utilizada nesse caso para que não exista impacto no produto devido à pressão e turbulência exercida pelo equipamento. O produto então segue para o resfriador (4000-TC-01), este segue o mesmo padrão do resfriador de leite, com adição de água de torre na primeira troca térmica para que seja

necessária uma menor capacidade de troca térmica da água gelada. Torre de resfriamento é um equipamento de remoção de calor de uma corrente de água para o ar atmosférico com consequente resfriamento de água (COOLING TOWER INSTITUTE, 2007).

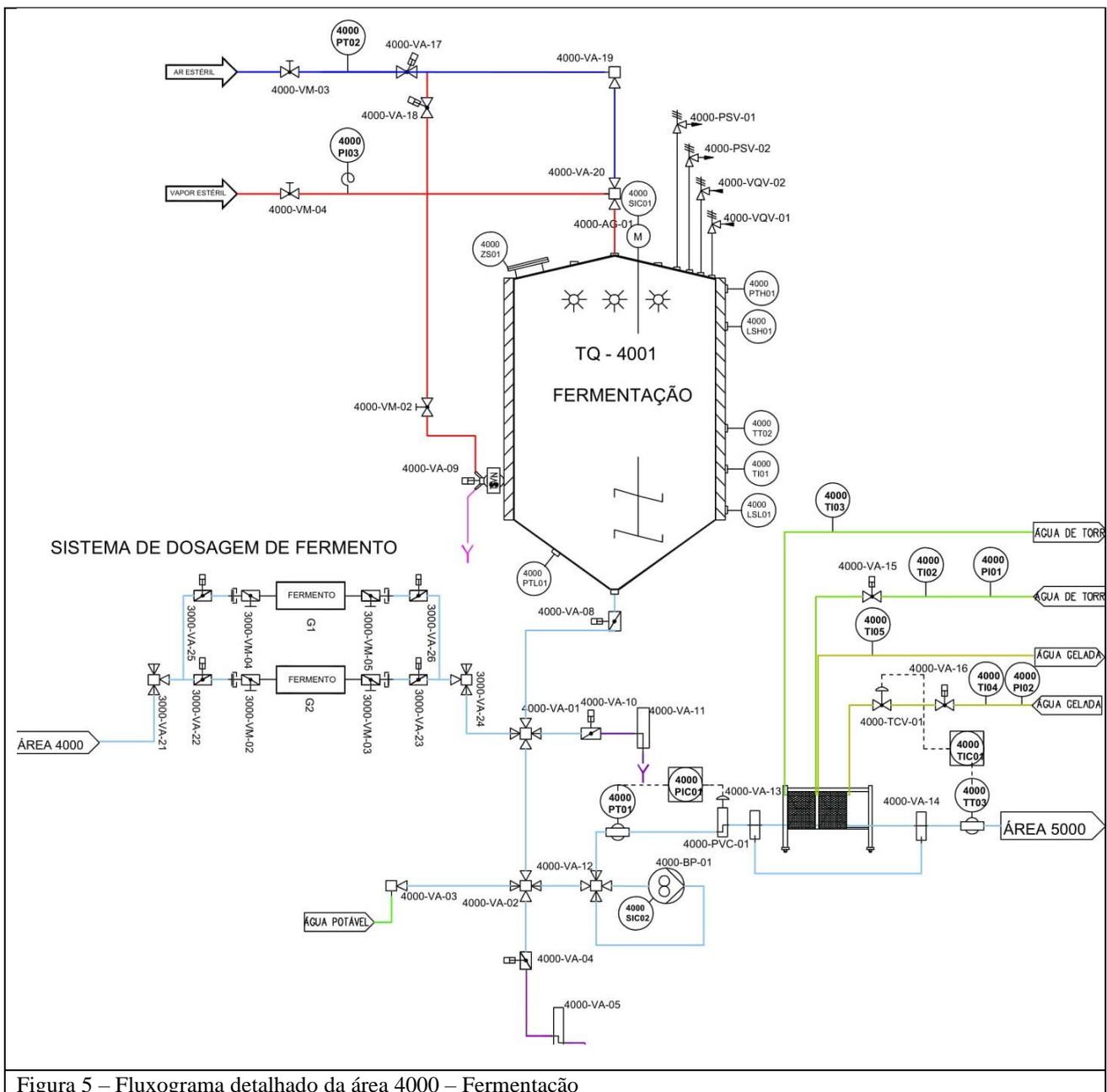


Figura 5 – Fluxograma detalhado da área 4000 – Fermentação

2.5. Base Branca

O produto resfriado e texturizado é então armazenado no tanque TQ-5001. Nesse ponto do processo, o iogurte natural já está pronto e resfriado, aguardando apenas a adição de polpa e corante e a realização do envase.

O tanque 5001 segue os mesmos parâmetros de esterilização, de pressão positiva e de instrumentação que o tanque 4001. Esses dois

tanques precisam de maiores condições de higienização já que o produto foi pasteurizado antes de passar pelos mesmos, sendo assim, não possuem outra forma de eliminação de agentes nocivos ao produto.

A pasteurização deve ocorrer antes da adição do fermento, se não o processo de pasteurização elimina os fungos responsáveis pela fermentação.

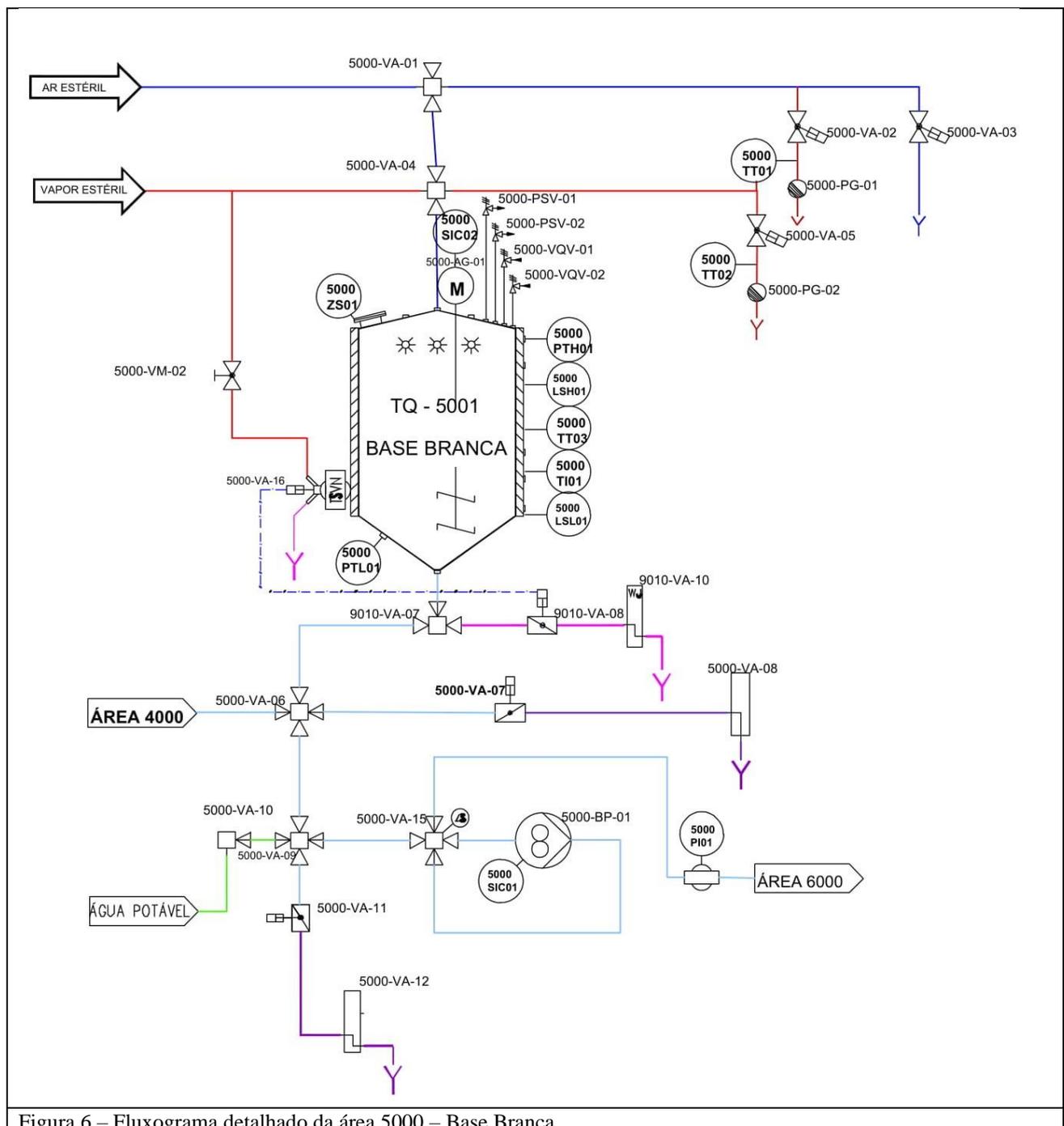


Figura 6 – Fluxograma detalhado da área 5000 – Base Branca

2.6. Envase

A base branca é então enviada para a área de envase, onde ocorrem as dosagens de polpa e aroma em linha. Em sequência ocorre a mistura

através de um misturador dinâmico (6000-MD-01) para que a polpa e o aroma fiquem homogêneos no produto. E então o produto acabado é entregue na máquina de envase.

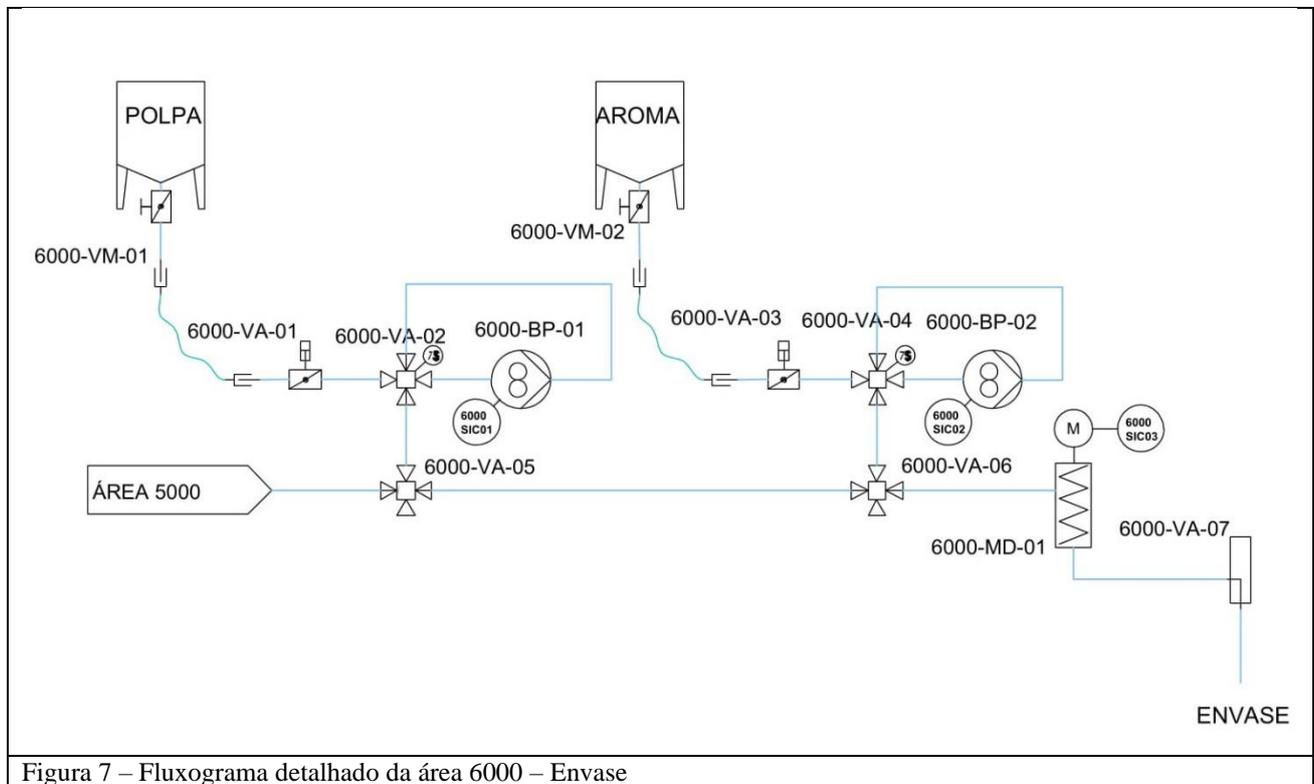


Figura 7 – Fluxograma detalhado da área 6000 – Envase

3. CLP E REDES DE COMUNICAÇÃO

Para o controle da planta foi considerada a utilização de um CLP da Allen Bradley, CPU Logix5573, com 8 cartões de rede Ethernet IP, sendo 2 entradas responsáveis pela comunicação do anel dos inversores de frequência conforme explicado abaixo e 6 redes de comunicação interligados com switches Stratix 2000 em cada painel elétrico instalados nas áreas.

O CLP comunicará com as válvulas do processo (exceto válvulas moduladoras) via rede ASI. A comunicação da rede ASI, Actuator Sensor Interface, ocorre via cabo blindado com dois fios para dados e energia(24VDC/8A). A rede é do tipo mestre escravo e pode possuir até 62 escravos em um dispositivo. Cada escravo possui um endereço

determinado. O endereço é definido pelo mestre ou por ferramenta específica. O tempo de ciclo é de 10ms (Filho, p.2).

O CLP estará interligado via rede Ethernet com um dispositivo VBG-ENX-K20-DMD da Pepperl+Fuchs que é responsável pela comunicação via rede ASI com as válvulas do processo.

Para comunicação com os inversores de frequência, será utilizada uma comunicação via rede Ethernet. Na topologia em anel os dispositivos são conectados em série formando um circuito fechado. Os dados são transmitidos unidirecionalmente de nó em nó até atingir o seu destino. Em cada estação há um repetidor, por isso os sinais sofrem menos distorção e atenuação no enlace entre as estações (SOARES, 2010, p. 19).

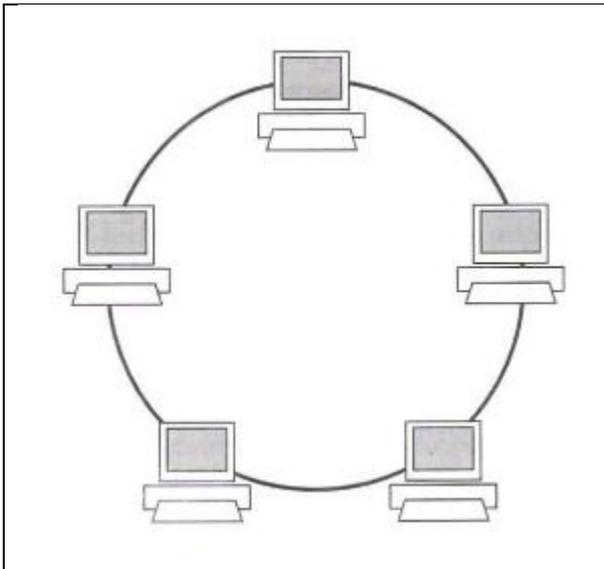


Figura 8 - Rede Topologia em Anel (DANTAS, 2002)

Já a comunicação com os instrumentos e os motores de partida direta serão realizados via cartões de saída/entrada de sinais analógicos de digitais. A lista de instrumentos por área já foi apresentada no tópico anterior. O quadro

abaixo lista a quantidade de entradas/saídas das áreas apresentadas na Figura 9.

Área	Entradas Digitais	Saídas Digitais	Entradas Analógicas	Saídas Analógicas
1000	3	-	5	1
2000	4	1	2	-
3000	6	3	2	-
4000	3	-	7	2
5000	3	-	5	-
6000	-	-	-	-

Com isso, para as áreas 1000 e 4000 serão necessários: um cartão de entradas analógicas, um cartão de entradas digitais e um cartão de saídas analógicas. Para as áreas 2000 e 3000 serão necessários: um cartão de entradas digitais, um cartão de saídas digitais e um cartão de entradas analógicas. Para a área 5000 serão necessários: um cartão de entradas digitais e um cartão de entradas analógicas. Por fim, para área 6000 não será necessário a instalação de cartões.

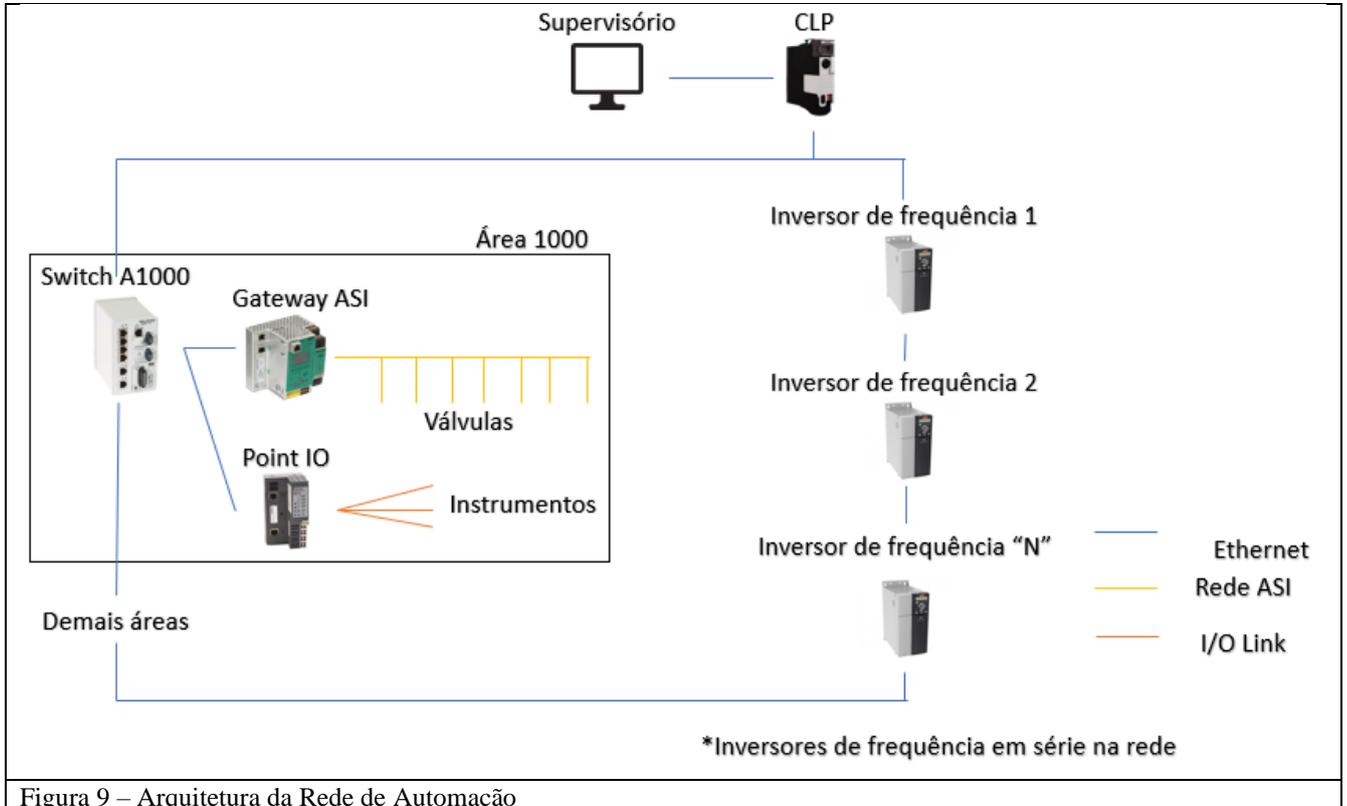


Figura 9 – Arquitetura da Rede de Automação

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O iogurte é um produto extremamente sensível a contaminações físico químicas, sendo necessário buscar soluções sanitárias de controle e monitoramento da planta. Com isso, a automação conforme proposta nesse trabalho, utiliza instrumentação Endress+Hauser e controladores Allen Bradley, fornecedores de referência no mercado e que apresentam soluções de alto nível e confiabilidade.

Serviços realizados por operadores através de tarefas manuais estão suscetíveis a muitas falhas que podem prejudicar toda a fabricação. Por isso, o presente trabalho visa automatizar a grande maioria das tarefas do processo de produção de iogurte, restando apenas algumas ações que são inviáveis (financeiramente e tecnologicamente) de serem realizadas. Para amenizar as ações manuais, confirmações em interfaces são enviadas aos operadores para conferência de que estão realizando as tarefas corretamente.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, Gillian Alonso. Manual de Boas Práticas: Unidade de Alimentação e Nutrição. 2.ed. São Paulo: Editora Ponto Crítico. 2002.

PALADINI, Edson Pacheco. Qualidade Total na Prática: Implantação e avaliação de sistemas de qualidade total. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1997.

COOLING TOWER INSTITUTE (CTI). Houston. Disponível em < <http://www.cti.org> >

COELHO, Welington Ricardo (2006). Análise do Fenômeno de Cavitação em Bomba Centrífuga. Ilha Solteira, 2006. 234 p.

NR-13 CALDEIRAS E VASOS DE PRESSÃO. Publicação. D.O.U.. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978.

ZAALL, R.R. Control and destruction of microorganisms In: ROBINSON, R.K. Dairy microbiology. Vol 1. The microbiology of milk. 2ed. London: Elsevier, 1990, p.115-161.

ALMEIDA, K.E.; BONASSI, I.A.; ROÇA, R.O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. Cienc. Tecnol. Aliment., v.21, p.187-192, 2001.

FILHO, Constantino Seixas, AS-Interface, 13 p.

SOARES, André Mota, Análise de Performance de Concentradores de Rede Ethernet, 2010, 48 p.

DANTAS, Mario (2002). Tecnologias de redes de comunicação e computadores. Rio de Janeiro: Axel Books, 328 p.