



REVISTA BRASILEIRA DE
PROCESSOS QUÍMICOS

ISSN 2763-5406
VOLUME 2
NÚMERO 1
JAN - JUN 2021



Revista Brasileira de Processos Químicos

v.2 n.1 jan./jun. 2021



2021 Faculdade de Tecnologia de Campinas (Fatec Campinas)
Os autores são responsáveis pelo conteúdo das obras.

Diretora da Faculdade de Tecnologia de Campinas

Profa. Dra. Haydée Siqueira Santos

Coordenadora do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos

Profa. Dra. Juliana Canto Duarte

Equipe Editorial (janeiro a junho de 2021)

Editores:

- | | |
|--|-----------------------|
| - Profa. Dra. Camila Ortulan Pereira | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Profa. Dra. Fabiana Cristina Andrade Corbi | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Prof. Dr. Fabio Mazzariol Santiciolli | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Profa. Dra. Juliana Canto Duarte | <i>Fatec Campinas</i> |

Revisores:

- | | |
|---|-----------------------|
| - Profa. Dra. Adriana Yumi Sato Duarte | <i>Ceunsp</i> |
| - Profa. Me. Ana Carolina Barros de Gennaro Veredas | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Profa. Dra. Camila Ortulan Pereira | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Prof. Me. Clóvis Corrêa Júnior | <i>Unicamp</i> |
| - Profa. Dra. Fabiana Cristina Andrade Corbi | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Prof. Dr. Fabio Mazzariol Santiciolli | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Prof. Dr. Fernando De Lima Camargo | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Profa. Dra. Juliana Canto Duarte | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Profa. Dra. Juliana Pedrilho Foltin | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Prof. Dr. Juliano Bragatto | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Prof. Esp. Luciano Fernandes de Souza | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Profa. Me. Mônica Frigeri | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Prof. Dr. Marcelo Ikuta Pisetta | <i>Unip</i> |
| - Prof. Dr. Nelson Maniasso | <i>Fatec Campinas</i> |
| - Profa. Esp. Tessa Cristina Pereira Coltro | <i>Fatec Campinas</i> |

Av. Cônego Antônio Roccato, 593 - Jardim Santa Mônica, Campinas - SP, 13082-015
(19) 3216-6474

<https://www.fateccampinas.com.br>

Revista Brasileira de Processos Químicos

Volume 2 - Número 1 - jan./jun. 2021

Sumário

Editorial	5
O experimento químico como alternativa para promover o processo de ensino e de aprendizagem	7
PIBID e pesquisa de campo: um relato sobre o estudo da produção da farinha na comunidade alto do Pirativa-AP e a sua utilização como metodologia para o ensino de química	17
Produção de saquê artesanal em escala de laboratório	30
Programação em Ladder de misturas químicas em tanques para produção de tintas	43

EDITORIAL

Com grande satisfação, a Faculdade de Tecnologia de Campinas torna público o segundo fascículo da Revista Brasileira de Processos Químicos. Trata-se de um passo importante na consolidação da revista, demarcando a sua periodicidade semestral e o seu fluxo perene de trabalhos.

Neste segundo fascículo, a RBPQ foi capaz de cumprir uma de suas propostas principais: ser uma revista de abrangência nacional. Com grande honra, publicamos artigos de colegas do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Amapá, do Centro Universitário do Vale do Ipojuca e da Universidade Estadual de Campinas. Juntos, fazemos uma celebração da ciência e almejamos ampliar cada vez mais a captação e divulgação dos trabalhos das nossas variadas instituições.

O Volume 2, Número 1, traz quatro artigos. O primeiro deles, “O experimento químico como alternativa para promover o processo de ensino e de aprendizagem” demonstra como experimentos são proveitosos para introduzir conceitos da química para alunos de ensino médio, resultando em ganhos de entendimento da teoria.

Em “PIBID e pesquisa de campo: um relato sobre o estudo da produção da farinha na comunidade alto do Pirativa-AP e a sua utilização como metodologia para o ensino de química” relata ações de bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência com os objetivos de buscar conhecimentos da produção da farinha para o ensino da química em escola de ensino médio e de divulgar as práticas quilombolas relacionadas com eixos temáticos em química.

O artigo “Produção de saquê artesanal em escala de laboratório” ilustra conhecimentos científicos de bioquímica das fermentações que têm grande importância e aplicação na educação tecnológica. A partir da bebida produzida, são documentadas as análises químicas e sensoriais.

O fascículo é encerrado com “Programação em Ladder de misturas químicas em tanques para produção de tintas”. Este artigo traz linhas lógicas de comando para o processo de misturas de matérias-primas em tanques automatizados objetivando melhoria dos processos de produção em indústrias de tintas. A programação é totalmente descrita em software gratuito.

O corpo editorial da Revista Brasileira de Processos Químicos deseja a todos uma leitura agradável e reitera o convite para submissão de artigos para o próximo fascículo (o que é feito facilmente por <https://www.fateccampinas.com.br/rbpq>). A revista recebe artigos em fluxo contínuo, envie já o seu! Vamos ampliar juntos a divulgação dos avanços em processos químicos!

Equipe Editorial

Por Fabio Mazzariol Santiciolli

O EXPERIMENTO QUÍMICO COMO ALTERNATIVA PARA PROMOVER O PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM

Luiz Cunha de Miranda^{*}

Caio Moraes Porto^{**}

João Paulo Leão de Souza^{***}

Resumo: Esse artigo propõe uma metodologia para promover o processo ensino-aprendizagem e o interesse pelos conteúdos da área de Química. Com ela, o professor promove tal processo criando o interesse dos alunos pelas reações químicas. Participaram desta metodologia 18 alunos do ensino médio. A metodologia consiste em apresentar uma aula com experimento e outra sem. Após os dois experimentos os alunos fizeram indagações e com as quais, junto com o experimento, foi confeccionado o conteúdo da aula. Para comparar, as duas aulas, foram propostos dois questionários com as mesmas perguntas. Segundo eles, a aprendizagem é mais acentuada quando ocorre com a construção de conhecimentos.

Palavras-chave: aprendizagem; experimento; metodologia; ensino.

CHEMISTRY EXPERIMENTATION AS AN ALTERNATIVE FOR PROMOTING THE TEACHING AND LEARNING PROCESS

Abstract: The paper proposes a methodology to promote the teaching-learning process and the students' interest for chemistry topics. With it, the teacher promotes such process creating the students' interest for chemical reactions. Eighteen high school students were part of the inquiry. The methodology consists in presenting a class with experimenting and another one without it. After both experiments the students asked questions which were used, together with the experiment, to prepare the class contents. To compare both classes, two questionnaires were presented with the same questions. They indicated that learning is greater when it occurs via the construction of knowledge.

Keywords: learning; experiment; methodology; teaching.

INTRODUÇÃO

O ensino de química ainda mantém uma postura centrada no professor. Cabendo-lhe a condução da aprendizagem e é em grande parte por causa dele que os alunos conhecem, admiram ou continuam ignorando a Química.

^{*} Universidade Estadual de Campinas: l234856@dac.unicamp.br; orcid.gov/0000-0002-9670-8040

^{**} Universidade Estadual de Campinas: c145568@dac.unicamp.br; orcid.gov/0000-0002-3180-8331

^{***} Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Amapá: paulo_leao2011@hotmail.com

Muitas vezes o conhecimento é transmitido ao aluno não havendo sua participação na construção do mesmo.

Com o objetivo de auxiliar o professor a fim de que envolva seus alunos pelo interesse por conteúdos de Química, se propõe a metodologia baseada em dois experimentos: a Eletrólise da água e a Obtenção de gás hidrogênio a partir da reação do ácido sulfúrico com a palha de aço. Ambos promovendo o processo de ensino e de aprendizagem.

Sabe-se que a aprendizagem “se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento” (MORTIMER, 2000) e o que “influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), em outras palavras, descubra o que ele (aluno/aprendiz) sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.

Considerando as duas afirmativas a respeito da aprendizagem, espera-se que os 18 alunos da 1ª. Série do Ensino Médio da Escola Estadual Marechal Castelo Branco, através destes dois experimentos, possam compreender os fenômenos químicos e detectar no seu cotidiano os processos químicos que os envolvem.

TEORIA E PRÁTICA

No que diz respeito à construção de conhecimento via experimentação, pode-se dizer que o conhecimento científico evolui à medida que suas hipóteses ou teorias podem ser corroboradas pela evidência experimental.

No caso do Ensino Médio é importante ressaltar a valorização da ideia do diálogo entre teoria e prática, pois sem esse diálogo não há aprendizagem, portanto, não há ensino de química. Se por um lado têm-se livros e sites com a teoria, por outro é necessária a aquisição de acervos, reagentes e vidrarias que promovam com o aprendizado do aluno.

Com isso, tem-se professores capazes de manusear instrumentos que favoreçam a aprendizagem.

Experimentação

A experimentação, metodologia de apoio no processo ensino-aprendizagem em sala de aula, contribui com o ensino de química promovendo o desenvolvimento mental dos alunos e a aquisição de conhecimentos.

Essa metodologia motiva e estimula a curiosidade. Essa motivação requer um estímulo cognitivo, com a exploração de ideias, a investigação de inconsistências ou confronto de problemas. Pois,

“Acredita-se que o ensino de Química deva contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento, que possibilite melhor compreensão do mundo físico e para construção da cidadania, colocando em pauta, na sala de aula, conhecimentos socialmente relevantes, que façam sentido e possam se integrar à vida do aluno. O compromisso com a melhoria do processo de ensino e aprendizagem em Química justifica a necessidade de o professor utilizar diferentes ferramentas pedagógicas, uma vez que este processo acontece com a sua prática em sala de aula”. (FREITAS; RODRIGUES, 2008)

A alternativa acima confronta o ensino de química atual por ser conduzido muitas vezes como um roteiro: o professor inicia sua aula com o conteúdo e utiliza o experimento, como metodologia posterior. Para isto, é comum se deparar com os roteiros experimentais, a exibição de conteúdos, a observação de experimentos, a memorização de símbolos, nomes e fórmulas. Essas características configuram uma aula mecanizada que faz os alunos serem acometidos pela monotonia. E é por causa delas que Perrenoud *et al.* (2002) afirma que os professores precisam “reinventar sua escola enquanto local de trabalho e reinventar a si próprios enquanto pessoas e membros de uma profissão”.

Com essas abordagens, além de perceber nitidamente que as práticas experimentais são ideais para demonstrar um fato, um fenômeno – acontecimentos da natureza – em sala de aula, pergunta-se: e se as práticas experimentais fossem apresentadas no início da aula? Eis a problemática detectada.

De acordo com Silveira (2006), “uma necessidade deve ser satisfeita, para que as necessidades subsequentes possam se manifestar”. Então, a atitude é de impactar esses alunos com a metodologia – experimentos - para que através da atenção e das perguntas a curiosidade se manifeste.

Roteiro

É necessária a presença de roteiro para acompanhar o experimento e Fernandes (2007) o divide em “nome da prática, fundamentação teórica, objetivos, material utilizado, reagentes, procedimentos e questões sobre a aula prática”.

Da prática à teoria nas aulas de química

A referida pesquisa foi desenvolvida em uma Escola Estadual do município de Macapá, estabelecimento de ensino que atende alunos de 1^a até a 3^a série do Ensino Médio, nos turnos da manhã e tarde. Ela possui o Autolabor, laboratório móvel multidisciplinar, contendo vidrarias, reagentes e instrumentos que auxiliam o professor nas demonstrações empíricas nas áreas do conhecimento da Química, Física e Biologia. Quando os alunos veem o professor ministrar aulas de química sabem que haverá experimentos e têm um comportamento peculiar: ficam na expectativa.

Nessa faixa etária - pré-adolescência e adolescência - o ensino, por um lado é abstrato e teórico e por outro por serem egressos da 8^a série não têm os conceitos com mais propriedade, além disso,

“uns parecem estar no mundo da lua. Outros, num ringue de boxe. Para driblar essas atitudes é preciso conhecer e respeitar as mudanças que ocorrem na adolescência, ganhar a confiança da turma e aproximar o conteúdo escolar do cotidiano da garotada” (CAVALCANTE, 2004)

METODOLOGIA: VISUALIZANDO OS EXPERIMENTOS

Por serem dezoito alunos, houve uma facilidade organizacional de modo que a observação foi privilegiada, os da frente sentados na cadeira e os posteriores em pé.

E em linhas gerais a Metodologia para aplicar os experimentos se deu em duas aulas:

Na primeira aula, foram apresentados os dois experimentos - um após o outro:
Eletrólise da água

Obtenção de gás hidrogênio a partir da reação do ácido sulfúrico com a palha de aço.

Foi distribuído o roteiro (FERNANDES, 2007) para ambos os experimentos com os tópicos Título, Objetivo, Material utilizado, Procedimento e Conclusão:

Experimento I

Título: Eletrólise da água

Objetivo: Separar o gás hidrogênio do oxigênio.

Material utilizado: tubos de ensaio, água, pilha, recipiente que comporte os dois tubos de ensaio e fios metálicos.

Procedimentos: Fixar os tubos de ensaio no recipiente contendo água. Colocar no tubo 1 uma extremidade do fio e a outra em um dos polos da pilha. Fazer o mesmo com o outro fio no tubo 2. Acrescentar sal de cozinha (NaCl).

Conclusão: O aluno escreve o que observou.

Experimento II

Título: Obtenção do gás hidrogênio.

Objetivo: Detectar a inflamabilidade.

Material utilizado: Garrafa de vidro, bexigas, ácido sulfúrico, palha de aço, barbante.

Procedimentos: Na garrafa, colocar palha de aço e acrescentar ácido sulfúrico. Na boca da garrafa, injetar a bexiga e aguardar até que esteja volumosa com o gás que se desprende da reação no interior da garrafa. Depois, amarre um barbante na bexiga e acenda um fosforo para aquecê-la.

Conclusão: O aluno escreve o que observou no roteiro (ver seção Roteiro)

Na segunda aula, os alunos entregaram os roteiros e colocaram suas curiosidades de forma oral. O professor foi escrevendo as curiosidades e demais perguntas no quadro com o objetivo de confeccionar o conteúdo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Experimento I, os alunos observam atentamente o procedimento. Após o procedimento, eles foram convidados a se aproximar da bancada para perceberem os gases dos tubos de ensaio.

As perguntas foram surgindo, tais como: “Por que disso?”, “Unindo as duas pontas dentro de um mesmo tubo de ensaio, ocorre a mesma reação?” e outras. Em seguida voltaram aos seus lugares e preencheram os tópicos do roteiro (ver seção Roteiro).

No Experimento II, já com a curiosidade aguçada, os alunos ficaram na expectativa como: “O que vem agora?”. E até, cogitaram: “É agora que vai acontecer a explosão?”. Antes do procedimento os alunos receberam orientação para se manterem com uma distância de 3 m do experimento. Isso os levou a fazer apontamentos/questionamentos após o procedimento.

Diante dos experimentos I e II, percebe-se que para o aluno, o estampido da combustão do hidrogênio (no tudo de ensaio, Experimento I) bem como a explosão (da bexiga, Experimento II) são interessantes.

Eles também relacionaram os acontecimentos ocorridos nos experimentos. No I os alunos ficaram surpresos com o estampido (uma leve explosão), já no II ocorreu um estampido de maior intensidade que o do experimento anterior. Logo foi feita a relação pelos alunos, “Porque aconteceu essa explosão?”, “Será que foi alguma substância?”, “Será que o gás que foi utilizado tem algo relacionado com essa explosão?” e “Que gás foi utilizado?”.

Após os experimentos, foi entregue aos alunos um questionário contendo apenas uma indagação: de qual maneira (metodologia) vocês aprenderam mais? “Conteúdo → Experimento” ou “Experimento → Conteúdo”.

Tabela 1 - Opinião dos alunos sobre a metodologia “Experimento → Conteúdo”

Ocorrências	%	Nº de indivíduos
Saber o conteúdo	6	1
Entender o assunto	27	5
Dar para analisar	6	1
Noção básica do assunto	11	2
Debater e saber mais	6	1
Leva a aprender e compreender o conteúdo	38	7
Base para um diálogo	6	1
TOTAL	100	18

Fonte: elaborado pelo autor.

Com o uso do questionário qualitativo (aberto), segundo Teixeira (2007), “o pesquisador procura reduzir a distância entre a teoria e os dados, entre o contexto e

a ação, usando a lógica da análise fenomenológica, isto é, da compressão dos fenômenos pela sua descrição e interpretação”. Assim, os alunos estariam livres no momento da descrição de suas ideias com base no conhecimento adquirido naquele momento; não tendem a nenhum ideal induzido por parte do pesquisador e exprimem a essência nas respostas. Os dados compilados estão representados nas Tabelas 1 e 2.

Observando e analisando os dados da Tabela 1 recebe-se em destaque (38%) que, o experimento seguido de conteúdo, construído com a participação do aluno, conduz o alunado a aprender e a compreender o conteúdo. Em segundo lugar, se apresentam os 27% de respostas com o “Entender o assunto”, isto é, como se desencadeia a reação e o que é preciso para ocorrê-la. Apenas 11% dos alunos tiveram noção básica do assunto que estava sendo ministrado e visualizado no momento com o experimento. E os demais alegam que a metodologia contribui apenas saber o conteúdo (6%), pois o que se escreve faz e tem mais sentido; há a facilidade de análise (para 6%) a ponto de relacionar com outros temas. Por fim, ajuda a ter base num diálogo com outros temas (para 6%).

Tabela 2 - Opinião dos alunos sobre a metodologia “Conteúdo → Experimento”

Ocorrências	%	N° de indivíduos
Saber o conteúdo	0	0
Entender o assunto	11	2
Dar para analisar	0	0
Noção básica do assunto	67	12
Debater e saber mais	0	0
Leva a aprender e compreender o conteúdo	22	4
Não terá dúvidas quando ministrar o conteúdo	0	0
TOTAL	100	18

Fonte: elaborado pelo autor.

Na Tabela 2 está a representação da essência utilizando a metodologia “Conteúdo → Experimento”. Esta metodologia foi utilizada com o objetivo de

comparar a outra metodologia. Obtiveram-se os seguintes resultados: apenas 11% dos alunos afirmaram saber o conteúdo e que o experimento demonstra apenas um fenômeno isolado. Os 67% têm noção básica do assunto por ter lido e escrito durante a aula, não havendo foco, e o experimento apenas é algo isolado. Por fim, os 22% restantes demonstram que o experimento leva a aprender e compreender um pouco o conteúdo.

Observa-se que 78% isolam o experimento do conteúdo. De fato, nem todo experimento transmite o conteúdo ministrado. Parece que conteúdo tende para um lado e o experimento para outro.

CONCLUSÃO

A metodologia aplicada com estes 18 alunos, a qual foi descrita no presente artigo, exige do professor. Ele passa a ser o educador. É possível identificar o tipo de metodologia adotada: construtivismo, o professor conduz os alunos à construção do conhecimento para que o conteúdo da aula não apresente um resquício do tradicionalismo e nem o aluno seja passivo no processo de ensino aprendizagem.

É urgente que se desenvolva e se divulgue um ensino que valorize o conhecimento do aluno, como sujeito ativo de sua própria história. Nesse sentido acredita-se que os experimentos são uma alternativa para que os alunos da escola pesquisada construam o conhecimento. Esta metodologia tem a capacidade de instigar tanto o professor quanto o aluno.

Através dela foi constatada a relevância do trabalho prático em sala de aula e que é notória a comprovação de que não há como desvincular do processo ensino-aprendizagem a dualidade teoria e prática.

Na escola já citada, os alunos se encontraram impactados com a metodologia experimental. A aula para eles foi mais atrativa, significativa, facilitadora e colaborativa no processo de aprendizagem.

Em suma, o instigar, tanto individual quanto coletivamente é vantajoso. Desta forma, tal ação contribui na formação cultural e social dos educandos.

Diante disso, já que o professor é mediador neste processo, como sugestão, este profissional deve conhecer o tema a ser trabalhado, verificar o assunto da semana, se planejar da melhor maneira possível para que o experimento que

represente o tema a ser trabalhado e executar a aula de maneira que o experimento seja a forma pela qual os alunos construam seus conhecimentos.

O conteúdo teórico pode ser ministrado depois dessas atividades apenas para complementar os conhecimentos construídos via experimento. Para exemplificar, se o acadêmico mencionou os termos “eletrodo” e “eletrólito” no experimento da eletrólise da água, o conteúdo informará o que é e qual a função dos mesmos na reação.

AGRADECIMENTOS

Na oportunidade, agradecimentos à gestora Maria das Dores Lobato da Silva da Escola Estadual Marechal Castelo Branco que contribuiu com as aquisições das vidrarias e reagentes para o desempenho das atividades de Química.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

CAVALCANTE, M. **Nova Escola: Adolescentes - Entender a cabeça dessa turma é a chave para obter um bom aprendizado**. 2004. disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/408/adolescentes-entender-a-cabeca-dessa-turma-e-a-chave-para-obter-um-bom-aprendizado>>. Acesso em: 17 de jun, 2021.

FERNANDES, M. L. M. **Metodologia do Ensino de Biologia e Química: O Ensino de Química e o Cotidiano**. 20ª. Edição. Curitiba: Ibpex, 2007.

FREITAS, C. S.; RODRIGUES, M. F.: Uma abordagem teórica e experimentos no Ensino Médio, 2008. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=eneq&cod=_solucoesumaabordagemteor>. Acesso em: 27 de set. 2012.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

PERRENOUD, P. et al. As competências para ensinar no século XXI: A formação dos professores e o desafio da avaliação. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SILVEIRA, L. L. **Metodologia do Ensino Superior: Textos acadêmicos.**

Universidade Federal de Lavras – UFLA/FAEPE. Lavras – MG. 2006.

TEIXEIRA, G. O estado-da-arte da aprendizagem centrada no aluno em administração. **Revista de Administração.** São Paulo, v. 20, n. 2, p. 56-62, abr.-jun.1985.

PIBID E PESQUISA DE CAMPO: UM RELATO SOBRE O ESTUDO DA PRODUÇÃO DA FARINHA NA COMUNIDADE ALTO DO PIRATIVA-AP E A SUA UTILIZAÇÃO COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Luiz Cunha de Miranda*

Caio Moraes Porto**

João Paulo Leão de Souza***

Resumo: O presente artigo é um relato de experiência vivenciada pelos bolsistas do PIBID durante a visitação à comunidade do Alto Pirativa-AP com os objetivos de buscar conhecimentos da produção da farinha para o ensino da química na escola de Ensino Médio e de atender à proposta PIBID/IFAP, que é de divulgar as práticas quilombolas com eixos temáticos em química nas escolas secundaristas. Neste, descreve-se a produção da farinha, o contato com a cultura local, a distribuição de livros, a divulgação das informações na escola de ensino médio através de aulas expositivas e o retorno à comunidade para mostrar as aulas ministradas. Caracteriza-se, aqui, uma alternativa metodológica de promover a aprendizagem viabilizando-a através dos conceitos nos fenômenos químicos. Essa alternativa metodológica foi empregada a 108 alunos, acompanhada da degustação (derivados da mandioca) e seguida da aplicação de um questionário. As respostas sinalizaram positivamente que, no ensino da química, a vivência é indissociável da teoria.

Palavras-chave: quilombola; ensino de química; experimentos; cultura.

PIBID AND FIELD RESEARCH: A REPORT ON THE STUDY OF THE PRODUCTION OF FLOUR IN THE PIRATIVA COMMUNITY-AP AND ITS USE AS A METHODOLOGY FOR THE TEACHING OF CHEMISTRY

Abstract: The present work is a report of the experiences lived by the PIBID scholarship holders during the visitation to the Alto Pirativa-AP community. The objectives were to search for knowledge about the production of flour to teach highschool chemistry classes, and to meet the PIBID/ITAP proposition, which is of spreading the Quilombolas practices with chemistry thematic axis in highschool. Here, the production of flour, the contact with the local culture, the distribution of books, the spread of the information acquired through expositive classes and the return to the community to show the taught classes, are described. A methodologic alternative, which promotes learning through concepts of chemistry phenomena is also characterized. That methodologic alternative was applied to 108 students, along with a tasting (mandioca derivatives) followed by a questionnaire. The answers signaled positively that, in chemistry teaching, experience is inseparable from theory.

Keywords: Quilombola; teaching chemistry; experiments; culture.

* Universidade Estadual de Campinas: l234856@dac.unicamp.br; orcid.gov/0000-0002-9670-8040

** Universidade Estadual de Campinas: c145568@dac.unicamp.br; orcid.gov/0000-0002-3180-8331

*** Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Amapá: paulo_leao2011@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Com o objetivo de multiplicar os processos químicos presentes na produção da farinha, os alunos do PIBID visitaram a comunidade do Alto do Pirativa-Ap para promover o ensino da química aos alunos do Ensino Médio.

Com este conhecimento “em mãos” pretendeu-se divulgar (dizendo e mostrando) aos adolescentes e jovens secundaristas que na produção da farinha ocorrem fenômenos químicos e que após as intervenções (aulas), eles identificassem e nomeassem os processos em cada etapa da produção.

Este presente artigo, salienta a visita como pesquisa de campo e versa desde a ida dos bolsistas de Química, do IFAP, à comunidade para obter informações e o retorno deles para compartilhar os resultados com os moradores da vila.

Com isso, ressalta-se a importância da divulgação dessa contextualização no campo da química, oportunizando até mesmo a interdisciplinaridade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A farinha é, de acordo de Figueiredo (1913), um pó resultante de “certas sementes ou raízes, depois de trituradas”. Nesse sentido, pode-se obtê-la do arroz, da linhaça, do trigo e da mandioca, entre outros. No caso, aborda-se a proveniente da mandioca.

No decorrer do processo, o pó da raiz da mandioca é desidratado pelo aquecimento no forno para posteriores utilização na alimentação e para tal, Pinto (2002), confere-lhe considerável importância “histórica, econômica e social”. Sendo a primeira importância por estar, para Cruz (2013), relacionada aos índios, quanto ao “consumo e tradição” e as gerações que os sucederam; a segunda por ter seu “valor econômico crescente” (GROXKO, 2018); finalmente, a terceira, porque faz parte do cotidiano das famílias (SOUZA. 2015).

A farinha de mandioca é o produto obtido pela ligeira torração da raladura das raízes de mandioca previamente descascadas, lavadas e isentas do radical cianeto. Caracteriza-se num alimento de alto valor energético, rico em amido, contém fibras e alguns minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro.

O plantio, a colheita da mandioca e a fabricação de sua farinha são próprios das famílias residentes na zona rural e, por meio de transportes próprios ou cedidos

pelos governantes, a mesma é conduzida aos polos urbanos, às feiras do agricultor e aos comércios.

TACO (2011) apresenta que em 100g de farinha de mandioca crua há 361 kcal, para mesma quantidade de farinha de mandioca torrada há 365 kcal enquanto para a mandioca crua há 151 kcal. Comprovando o que foi dito por Dias e Leonel (2005) sobre raízes de mandioca *Manihot esculenta* Crantz possuírem alto valor energético. Por isso, há aqueles que diminuem o seu consumo com o intuito de realizar uma redução da quantidade de calorias consumidas diariamente.

Considerando, então, estas situações e os pensamentos de Tassinari (2015) que a “casa de farinha é o espaço de aprendizagem” e de Silva (2012) que também considera a escola sendo um “espaço de construção do conhecimento”, é salutar que estas vertentes se aproximem ao máximo para que os alunos do Ensino Médio da zona urbana tenham contato com essa prática - a produção da farinha - mesmo que indiretamente.

METODOLOGIA

O projeto PIBID

O PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - é uma proposta de valorização e incentivo dos futuros professores durante seu processo de formação para educação básica. Foi regulamentado pela Portaria nº 46 (CAPES, 2016) tendo como objetivo o aperfeiçoamento da formação, buscando a melhoria da qualidade na educação, com intuito de comprometimento ao exercício do magistério na rede pública. O IFAP- Instituto Federal do Amapá - promove através deste projeto um ensino-aprendizagem multicultural a partir dos saberes tradicionais amazônicos, no qual os licenciandos de Química podem participar. O PIBID oferece bolsas de iniciação à docência aos estudantes de curso de licenciatura que desenvolvam atividades pedagógicas em escolas da rede pública da educação básica (PORTAL MEC, 2018).

Por ter compromisso institucional tanto na formação de professores bem como de contribuir junto à comunidade na qual está inserido, o PIBID/IFAP vem com elaboração desta proposta com base nos saberes tradicionais de culturas indígenas e quilombolas de Macapá-AP, buscando os ricos conhecimentos dessas culturas para,

junto com o professor supervisor da escola, elaborar propostas voltadas ao ensino de Química, por acreditar ser esse um excelente meio de contribuir positivamente na qualidade do ensino básico.

O PIBID/IFAP foi criado em 2013, abrange dois subprojetos e contempla as áreas de Química e Informática, propõe a participação de 40 alunos bolsistas, 6 supervisores e 2 coordenadores de área em cada subprojeto, com uma carga horária de 8 horas semanais. Hoje, possui cinco escolas estaduais participantes que estão bem localizadas, algumas próximas a instituição. A cada ano, faz-se o relato de experiência com todas as escolas participantes, em que os bolsistas reportam todas as experiências, trabalhos realizados e inacabados até aquele momento na escola. Ao final de todos os anos, já com os projetos realizados e devidamente escritos, tem-se a apresentação dos mesmos no seminário institucional, ou seja, apresentação em banner de todos os projetos realizados nas escolas pelos bolsistas no Instituto Federal do Amapá.

PIBID e a formação do professor

Através da implantação do PIBID na Escola Jose Firmo do Nascimento, os bolsistas de Química estreitaram ainda mais os laços com o ensino de química. Em outras palavras, segundo Ambrosetti *et al.* (2013) a “experiência vem contribuindo, na perspectiva dos estudantes bolsistas para superar o distanciamento entre os espaços da formação e do exercício profissional”.

De um lado, os bolsistas adentraram a sala de aula participando quantitativa e qualitativamente no cotidiano do aluno. Sob essas circunstâncias, o desenvolvimento cresce no sentido exponencial, vivenciando, observando, inquerindo, conceituando, analisando as atitudes e as respostas diante dos estímulos do professor titular. Por outro lado, os alunos, resultantes do meio em que vivem, trazem consigo à aula o cabedal de conhecimento a ser utilizado.

Dessa forma, ambos participam na formação dos futuros professores, momentaneamente bolsistas de Química. Essa interação é possível graças ao PIBID, que promove aos acadêmicos experiências e suporte para desenvolverem projetos voltados para a relação conteúdo-prática.

Comunidade São Raimundo do Alto Pirativa

Na confluência com rio Matapi, localizada na foz do rio Pirativa, a 17 km do Município de Santana-AP por ser distante da cidade e de difícil localização, optou-se em doar livros técnicos para a biblioteca da escola para somar com os demais já disponíveis. Em seguida partiu-se para o que a comunidade faz de melhor quanto a sua cultura, que é a produção da farinha, observando passo a passo o preparo e estocagem da mesma.

Os bolsistas de química em conjunto com o coordenador e supervisora de química do PIBID/IFAP inicialmente traçaram as metas e um plano de tarefas a serem executadas durante a visita à comunidade. Fez-se antecipadamente um estudo sobre a necessidade educacional da escola, um levantamento sobre a quantidade de moradores e o processo de ensino da única escola lá presente.

A estratégia de execução desta pesquisa de campo seguiu as seguintes etapas: levantamento de dados sobre a comunidade e visita às casas, doação de livros, investigação sobre o processo de produção da farinha realizado pelos moradores, exploração do conteúdo em sala de aula na escola José Firmo (escola campo do PIBID) e o retorno a comunidade para intervenção com exposição de experimentos químicos.

Visita às casas

A representante da comunidade foi contatada para autorizar a visita, informar sobre as necessidades escolares e o acesso à comunidade, a fim da melhor realização da pesquisa de campo pelos bolsistas.

Durante a visita, como demonstra a Figura 1, houve interação com os moradores através da dança do Marabaixo, a responsável pela comunidade apresentou os professores da escola, alguns alunos e os familiares.

Figura 1 - Socialização das bolsistas com os moradores da comunidade.



Fonte: Arquivo pessoal

Doação de livros

Com o intuito de propagar conhecimento de novas áreas e levar bibliografias de cursos ofertados pelo IFAP, a segunda etapa da pesquisa se deu por meio da entrega de livros de curso técnico e EAD a todos os moradores e a montagem de um acervo na biblioteca da escola, localizada no centro da comunidade, Figura 2. Tendo em vista a inexistência do sistema de saneamento básico no local, também foi entregue e explicado um folder informativo elaborado pelos bolsistas do PIBID, com intuito de orientar os moradores a fazer a compostagem de lixo e armazenamento de água, uma vez que é um processo essencial para a manutenção da saúde do indivíduo.

Figura 2 - Entrega de livros e folder educativo



Fonte: Arquivo pessoal

Investigação sobre o processo de produção da farinha

A comunidade tem o costume de plantar (mandioca, açaí e outras frutas) e produzir alguns derivados (farinha). Dessa forma, utilizou-se o processo da produção

da farinha praticado no Alto do Pirativa para obter informações visuais com o intuito de relacioná-las com o conteúdo de química.

Todas as etapas do processo foram fotografadas e descritas: descascamento da mandioca, trituração, prensagem, desmembramento e secagem da farinha, Figura 3.

Figura 3 - Secagem da farinha



Fonte: Arquivo pessoal

Exploração do conteúdo em sala de aula

Esta etapa foi a de maior duração e a que gerou resultados quantitativos sobre o ensino de química relacionado ao processo de produção de farinha. Foi abordado o tema da pesquisa sobre o processo da produção da farinha na comunidade visitada em quatro turmas na Escola Estadual José Firmo, no 2º e 3º ano do ensino médio.

A mandioca possui vários derivados consumidos diariamente pela sociedade, desta forma, escolheram-se quatro para serem explanados e degustados em sala de aula junto aos alunos, foram eles: bolo podre, tacacá, a farinha com açaí e tapiocinha.

Elaborou-se uma aula adaptada, como demonstra a Figura 4, para cada turma com o intuito de chamar a atenção dos alunos para os processos químicos: de separação de misturas heterogêneas como, filtração, decantação, catação; de soluções; de ácidos e de fermentação presentes na produção da farinha e nos derivados da mandioca. Foram ministradas quatro aulas com duração de 100 minutos em quatro turmas somando 108 alunos. Após a aula e a degustação, aplicou-se um questionário misto com quatro questões acerca do assunto abordado, a saber, três delas de cunho objetivo: o ensino da química relacionado aos conhecimentos do dia-

a-dia, o conhecimento das técnicas de preparo da farinha de mandioca, a metodologia utilizada na aula expositiva e uma subjetiva, onde os alunos tiveram que citar um processo químico utilizado na produção da farinha.

Figura 4: bolsistas ministrando a aula sobre o processo da produção da farinha.



Fonte: Arquivo pessoal

Retorno à comunidade para intervenção com exposição de experimentos químicos

Como finalização da pesquisa e a fim de continuar propagando conhecimento sobre a química, os bolsistas retornaram à comunidade para expor experimentos químicos, tais como, explosão de cores, bexigas no espeto e tinta invisível, Figura 5.

Figura 5: exposição de experimentos.



Fonte: Arquivo pessoal

Visando que os alunos fazem parte de um local com carência de alguns professores, materiais e ensino público, esta última etapa levou a intervenção como forma de agradecimento pelo acolhimento para a realização da pesquisa e para mostrar aos alunos e comunidade em geral que prestigiou a exposição que a química está presente no dia a dia dos estudantes e pode ser observada a todo instante.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A visitação à comunidade no rio Alto Pirativa pelos bolsistas de química (PIBID/IFAP) viabilizou o contato com os moradores ribeirinhos (quilombolas) possibilitando a entrega de livros técnicos referentes a temas de horta, enfermagens, primeiros socorros, informática e culinárias, entre outros. Também, tiveram contato: com a cultura quilombola, com o cultivo da mandioca e com a dança do Marabaixo.

Esse ambiente foi considerado como a fonte de informações para o desenvolvimento deste artigo, oferecendo-lhe “a matéria-prima” para a divulgação da cultura quilombola em escola localizada no município de Macapá/AP. Considerando que os alunos não conhecem essa cultura e objetivando atender a proposta PIBID/IFAP de divulgar as práticas quilombolas com eixos temáticos em química nas escolas secundaristas, buscou-se uma alternativa metodológica de promover a aprendizagem viabilizando-a através da identificação dos conceitos nos fenômenos químicos presentes durante os processos de produção da farinha daquela comunidade.

De acordo com Cardoso (2008) *apud* Giacomini *et al.* (2010) todos os que atuam na educação, frequentemente, apontam o desinteresse dos alunos pelas aulas como um problema crônico no ensino fundamental e médio. Acredita-se que esse desinteresse provém de certos professores que ainda lecionam de forma tradicionalista e deixando de se perguntar o porquê daquele desinteresse.

Acredita-se que, quando a química é relacionada com o cotidiano, os alunos conseguem assimilar o assunto com mais eficácia, como afirma Machado (2011):

Com novas metodologias de ensino, os alunos vão conseguir ser atraídos pela disciplina. Se o professor ficar só no giz, não vai conseguir atrair a atenção do estudante. Hoje, o aluno precisa que o assunto que está sendo ensinado seja transmitido numa forma diferente. (MACHADO, 2011 *apud* LIMA, R. Q. Et al 2012).

A fim de comprovar tal afirmação uma pergunta do questionário veio com essa intenção: *O ensino da química relacionado aos conhecimentos do dia-a-dia, melhora no seu entendimento quanto à disciplina?* O resultado obtido constituiu em 85% como positivo e 15% que não há melhoramento quanto à disciplina. Observa-se com os 85% um avanço positivo à contextualização da química aos conhecimentos advindos da comunidade sobre a produção da farinha. A interação dos alunos com os assuntos de

química abordados é positiva na separação de misturas, mudanças de estados da matéria, viscosidade, moléculas polares e apolares, combustão.

Por se tratar de uma região quilombola, os moradores fabricam a farinha que é um componente essencial na alimentação da região norte. Para chegar ao produto final desta, a mandioca passa por vários processos tais como a colheita, lavagem, raspagem, trituração entre outros.

Quando foi feita a pergunta: *Você conhecia as técnicas de preparo da farinha de mandioca?* O resultado trouxe certa surpresa, pois apenas 40% dos alunos responderam que tinham conhecimentos das técnicas aplicadas e os outros 60% disseram não ter.

A terceira pergunta é sobre a metodologia utilizada na aula expositiva e teve como finalidade saber a opinião dos alunos sobre a aula, uma vez que esta trouxe para os alunos um elo entre os conhecimentos empíricos e os químicos, mostrando que a química está diretamente ligada em cada processo de fabricação da farinha. Portanto, entre as opções (Bom, Excelente, Ruim e Péssimo): 50% acharam Bom e 50%, Excelente. Isso leva a acreditar que as aulas ministradas alcançaram os alunos de forma positiva observando um avanço significativo em relação principalmente do preparo da mandioca. Como a maioria não conhecia, percebe-se que conseguiram assimilar o assunto e interpretar alguns conceitos químicos provenientes desta produção.

Já a última questão foi dissertativa, os alunos tiveram que citar um processo químico utilizado na produção da farinha. Dos questionários corrigidos, somente 55% conseguiram identificar de forma correta conceitos químicos trabalhados em sala de aula, como a decantação, onde o tucupi ficou na parte superior e a tapioca na parte inferior do sistema, a separação de misturas heterogêneas, com o tipiti separando a parte sólida do tucupi, parte líquida.

Os outros 45% não relacionaram de forma direta a produção da farinha de mandioca com os processos de separação, porém conseguiram identificar outros conceitos químicos, como o tucupi por ter sabor azedo faz parte dos ácidos na Química Inorgânica

Para os 55% que conseguiram vincular os conceitos com a processo de produção da farinha, considerou-se que a teoria relacionada à prática auxilia de forma relevante e significativa o processo de ensino-aprendizagem.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As aulas foram importantíssimas para o aproveitamento de alguns conceitos químicos em sala de aula, assim como uma experiência de todos os bolsistas em conhecer uma cultura quilombola, seus costumes, suas culinárias, a vivência e levando sempre consigo a simplicidade de que nem sempre não ter tudo é questão de acomodação, pois ao retornar à comunidade percebe-se a alegria das crianças em um simples experimento que pode ser feito com materiais alternativos.

Com as ações descritas notou-se que, na vila, durante os experimentos e aulas expositivas, em Macapá, os alunos estavam atenciosos e participativos com indagações, configurando que a ausência do repasse de informações tornou-os alheios - independente do ambiente - seja na produção da farinha ou das práticas quilombolas, respectivamente. Essa é a atenção que se busca nas aulas de químicas.

Dessa maneira, através dessa vivência, houve o despertar dos alunos a respeito da relação entre o conhecimento teórico e prático, pois utilizando um produto presente na mesa do nortista e envolvendo os futuros professores, de forma prática, por meio do PIBID/IFAP, como metodologias alternativas podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e tornam a iniciativa de ir a campo coletar dados e informações para divulgar a cultura quilombola na escola de ensino médio tendo como subsunçora, a produção da farinha relacionada aos conceitos químicos.

REFERÊNCIAS

- AMBROSETTI, N. B., NASCIMENTO, M. G. C. A., CALIL, A. M. G. C. **Contribuições do PIBID para a formação inicial de professores: o olhar dos estudantes.** Educação em Perspectiva, Viçosa, v. 4, n. 1, p. 151-174, jan./jun. 2013
- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. **Portaria nº 46, de 11 de abril de 2016.** Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/15042016-Portaria-46-Regulamento-PIBID-completa.pdf>>. Acesso em 31 de mar. de 2018.
- CRUZ, Roberto Borges da. **Usos e apropriações da farinha de mandioca na colonização do estado do Maranhão e Grão-pará.** Fronteras de la Historia, vol. 18, núm. 1, 2013, pp. 105-128 Instituto Colombiano de Antropología e Historia Bogotá, Colombia

- DIAS, Larissa Tavares; LEONEL, Magali. **Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil**. Vol 30. Editora UFLA: MG, 2006.
- FIGUEIREDO, Candido de. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1913. pag 866
- GIACOMINI, R. CRESPO, L.C. **As atividades lúdicas no ensino de química: uma revisão da revista química nova na escola e das reuniões anuais da sociedade brasileira de química**. Química nova na escola. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/ Centro de Ciência e Tecnologia - Laboratório de Ciências Químicas. 2010
- GROXKO, Methodio. **MANDIOCA: Análise da Conjuntura**. Departamento de Economia Rural – DERAL. Paraná, 2018. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-12/Mandioca%202020.pdf>. Acesso em 10 de jun, 2021.
- LIMA, R. Q. Et al. **Caminhada Química: recurso didático no ensino de distribuição eletrônica**. In: Anais, Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação - VII CONEP, Palmas – TO, 2012.
- PINTO, Maria Dina Nogueira. **Mandioca e Farinha: subsistência e tradição cultural**. Série Encontros e Estudos. Seminário Alimentação e Cultura-Projeto Celebrações e Saberes da Cultura Popular. Centro Nacional de Folclore e Cultura Popular/FUNARTE/Secretaria do Patrimônio, Museus e Artes Plástico-Ministério da Cultura, 2002
- PORTAL MEC. Ministério da Educação/Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID**. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid/pibid>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2018.
- SILVA, Raimundo Paulino da. **A escola enquanto espaço de construção do conhecimento**. Revista espaço acadêmico 139. Lund/Copenhaga, 2012
- SOUZA, Fagner Freires de. **A construção social da qualidade da farinha de mandioca em comunidades rurais na Amazônia paraense**. Novos Cadernos NAEA v. 18, n. 3, p. 199-222, set-dez. Belém/PA, 2015
- TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – TACO 4ª edição revisada e ampliada Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPAUNICAMP, 2011.

TASSINARI, Antonella Maria Imperatriz. **“A casa de farinha é a nossa escola”: aprendizagem e cognição galibi-marworno.** Revista de Ciências Sociais, nº 43, Julho/Dezembro2015, p. 65-96. Paraiba, 2015

PRODUÇÃO DE SAQUÊ ARTESANAL EM ESCALA DE LABORATÓRIO

Alessandro Carvalho Correa*

Eliane Melo Brolazo**

Resumo: Arroz polido, água, *koji* (grão de arroz colonizado pelo fungo filamentoso) e a levedura são as matérias primas para o saquê, a bebida tradicional do Japão. O arroz polido é submetido à sacarificação do amido por enzimas liberadas pelo fungo filamentoso *Aspergillus oryzae* e posterior fermentação alcoólica por *Saccharomyces cerevisiae*. É um processo fermentativo realizado em duas diferentes etapas, uma delas utilizando a técnica de fermentação em Estado Sólido, englobando conhecimentos científicos de bioquímica das fermentações e que têm grande importância e aplicação na educação tecnológica. Este trabalho teve como objetivo produzir saquê de forma artesanal, em escala de laboratório e realizar análises químicas e sensoriais da bebida. As dosagens de etanol, sacarose e glicose foram realizadas em equipamento YSI modelo 2700 da marca Tecnal, que utiliza membrana seletiva. A análise sensorial realizada foi um teste afetivo de preferência, que utilizou como uma escala hedônica e um saquê comercial como amostra de referência. O teor de etanol do saquê produzido foi de 8,06%, com teores de açúcares (sacarose e glicose), inferiores a 30%, sendo classificado pela legislação brasileira como tipo Seco. A média das notas da análise sensorial do saquê produzido artesanalmente foi 6,25 em comparação a bebida de referência Thikará que foi 6,96. Apesar da variação de teor alcoólico do saquê produzido artesanalmente (8,06%) e o de referência (14%), ambos tiveram notas de aceitação similares.

Palavras-chave: saquê; fermentação alcoólica; fermentação em estado sólido; koji.

SAKE ALCOHOLIC BEVERAGE IN LABORATORIAL SCALE

Abstract: Polished rice, water, koji and yeast are the raw materials for sake, the traditional beverage of Japan. Rice is subjected to starch saccharification by enzymes released by *Aspergillus oryzae* and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. It is a fermentative process carried out in two different stages, one of them using the solid-state process, encompassing scientific knowledge of fermentation biochemistry and which are of great importance and application in technological education. This work aimed to produce sake by hand, on a laboratory scale and to carry out chemical and sensory analyzes of the drink. Ethanol, sucrose, and glucose dosages were performed in a YSI model 2700, which use a selective membrane. The sensory analysis performed was an ordination test, by the affective method, and a commercial sake as reference sample. The ethanol content of the sake produced was 8.06%, with sugar levels (sucrose and glucose), below 30%, being classified by Brazilian legislation as Dry. The average score of the sensory analysis of hand-made sake was 6.25 compared to the Thikará reference drink, which was 6.96. Despite the variation in the alcohol content of sake produced by hand (8.06%) and the reference (14%), the acceptance scores were similar.

Keywords: sake; alcoholic fermentation; solid state process; koji.

* Faculdade de Tecnologia de Campinas, alecarcorrea@yahoo.com.br

** Faculdade de Tecnologia de Campinas, eliane.brolazo@fatec.sp.gov.br

INTRODUÇÃO

O saquê, a bebida obtida a partir da fermentação do arroz, tem papel importante na indústria japonesa e forte relação com a cultura local. A bebida tradicional do Japão é produzida a partir do arroz polido, submetido à sacarificação do amido pelo fungo filamentoso *Aspergillus flavus* var. *oryzae* e subsequente fermentação alcoólica por *Saccharomyces cerevisiae* (BOKULICH, 2014). O teor alcoólico varia de 13% a 17% de etanol e a bebida apresenta uma cor clara, sabor agradável e elegante (ZHANG, 2020).

A história do saquê remonta a 1000 anos na antiguidade, e as técnicas desenvolvidas pelos antigos produtores são anteriores ao conhecimento químico/científico ocidental (KANAUCHI, 2013). A qualidade do saquê é determinada por fatores como aroma, sabor e cor e assim como em outras bebidas fermentadas, o processo para obtenção das melhores bebidas é atribuído ao Toji, o profissional responsável por todas as etapas de fabricação, atuação equivalente ao mestre cervejeiro na produção da cerveja (LEE, 2012).

Entre as técnicas desenvolvidas e aprimoradas pelos antigos produtores orientais estão o tratamento térmico para estabilização da bebida, que já era realizado no século 16, antes de Louis Pasteur inventar pasteurização. O método é cuidadosamente descrito na antiga literatura japonesa. Além disso, a técnica de fermentação sob baixa temperatura em sistema aberto capaz de alcançar concentrações de mais de 18% de etanol sem destilação e com aromas frutados merece destaque (KANAUCHI, 2013).

Atualmente, mais de 1500 fabricas produzem saquê apenas no Japão, sendo algumas muito famosas. Os métodos de preparação do saquê mudaram drasticamente a partir do contato com a ciência europeia de fabricação de cerveja. O processo atual incorporou a tecnologia desenvolvida para produção de cerveja, como monitoramento e controle de temperatura, equipamentos automatizados para cozimento a vapor do arroz, filtragem do ar para evitar contaminação cruzada, equipamentos para sedimentação e filtragem do fermentado, mas manteve as práticas antigas e especiais que envolvem o uso do *koji*, os grãos de arroz colonizados pelo fungo *Aspergillus flavus* var. *oryzae* (KANAUCHI, 2013 e ZHANG, 2020).

Os estudos sobre bebidas fermentadas, em especial o saquê, produzido em duas diferentes etapas de fermentação, uma delas realizada com a técnica de

Fermentação em Estado Sólido, têm grande importância e aplicação na educação tecnológica. O processo de produção de saquê engloba conhecimentos científicos sobre a bioquímica das fermentações, além de fornecer subsídios para possível implantação como aula prática na disciplina de Bioquímica e Tecnologia das Fermentações do curso de Tecnologia em Processos Químicos oferecido pela FATEC.

REVISÃO DA LITERATURA

Arroz polido, água, *koji* (grão de arroz colonizado pelo fungo filamentoso) e a levedura são as matérias primas para o saquê do tipo *Junmai*, o mais puro, produzido sem aditivos. Após pré-tratamentos para hidratar e cozinhar o arroz polido, estes materiais são misturados em proporções adequadas em meio aquoso e mantidos a temperatura de 15°C e condições atmosféricas adequadas por duas semanas a um mês, para que a fermentação ocorra (ZHANG, 2020).

Água

O saquê é constituído por 80% de água, sendo sua qualidade imprescindível para a qualidade do produto. Além de ingrediente, a água é utilizada nos procedimentos de lavagem, hidratação e maceração do arroz, na lavagem de tanques e garrafas e vaporização/cozimento. Para um saquê de qualidade, a água utilizada deve ter pH neutro ou fracamente alcalino, conter apenas traços de amônia, nitrato, substâncias orgânicas e microrganismos e principalmente não conter íons de ferro, que são prejudiciais por provocar alteração de cor e deteriorar o produto. Geralmente a água a ser utilizada é submetida a tratamentos como aeração, filtração, adsorção com carvão ativo e floculação (KANAUCHI, 2013).

Arroz

Variedades de arroz japonesas, com grãos grandes, baixo teor de proteínas, alta taxa de absorção de água, alta digestibilidade enzimática e baixa taxa de fissuração durante o polimento são mais adequados para saquê, e sua qualidade é crucial para a qualidade da bebida (ZHANG, 2020).

Quanto aos Constituintes químicos, o arroz deve conter entre 70–75% de carboidratos, 7–9% de proteína bruta, 1,3–2,0% de gordura bruta e 1,0% cinza, com 12–15% de água. Outros componentes, como proteínas ou lipídios no arroz, são indesejados. Saquês produzidos com arroz que contenham excesso proteínas ou lipídios não têm bom sabor. Estes compostos indesejáveis encontram-se na superfície do esperma, principalmente em torno da camada de aleurona (casca do arroz), sendo, portanto, removidos no polimento do grão (KANAUCHI, 2013).

Microrganismos utilizados na produção do saquê

Fungo filamentosos *Aspergillus flavus* var. *oryzae*

O *A. oryzae*, fungo filamentoso que sacarifica o arroz para a produção do saquê, produz enzimas proteases, amilases e glucosidases, é considerado seguro para aplicação em alimentos (PEREIRA, 2014).

É muito utilizado culinária asiática, na elaboração de outros produtos além do saquê, como molho shoyo e missô, porque possui uma alta secreção enzimática. No Japão utiliza-se esse fungo há bastante tempo, tanto na produção enzimática, como na indústria em geral (MONCLARO, 2014).

O *Aspergillus oryzae* se desenvolve principalmente sobre um substrato sólido como o arroz, processo conhecido como Fermentação em Estado Sólido (FES), descrita como a fermentação na qual o crescimento de microrganismos em substratos sólidos umedecidos ocorre na ausência (ou quase) de água na forma livre. A água livre, indispensável ao crescimento dos microrganismos, é adsorvida num suporte sólido ou complexada no interior de uma matriz sólida (DEL BIANCHI *et al.*, 2001; RAHARDJO *et al.*, 2006). O material sólido, utilizado na fermentação no estado sólido, é geralmente fragmentado e de natureza granular ou fibrosa que permite a retenção de água por higroscopia ou capilaridade.

Leveduras *Saccharomyces cerevisiae*

As leveduras são organismos unicelulares eucariotos, fermentadores de carboidratos, sendo a *Saccharomyces cerevisiae* a mais utilizada em processos fermentativos alcoólicos. Destaca-se que, no Brasil, toda produção de álcool carburante baseia-se na atividade fermentativa de leveduras alcólicas. (AQUARONE, E. *et al.*, 2001).

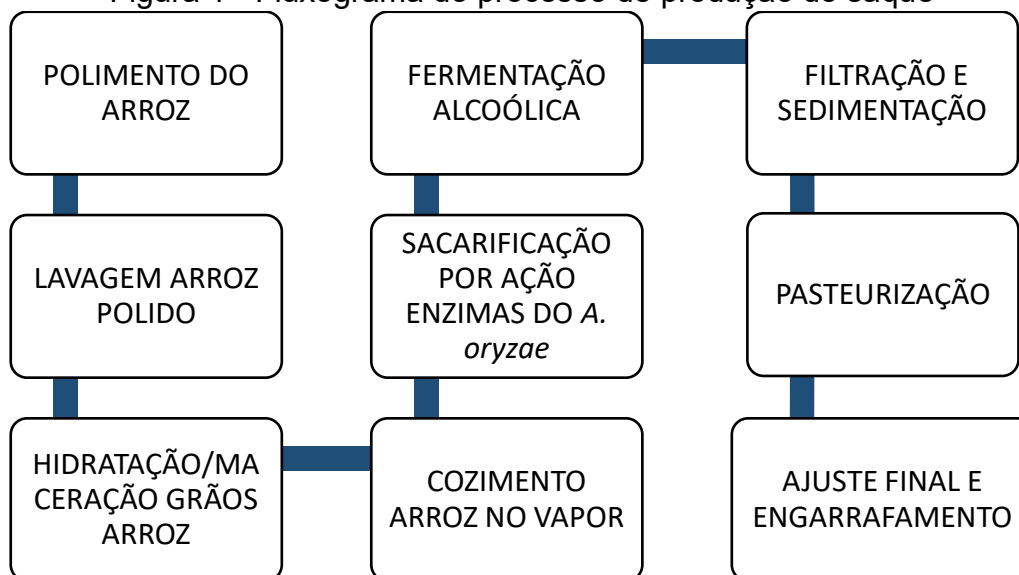
A *S. cerevisiae*, é um microrganismo facultativo, tem a habilidade de se ajustar metabolicamente em atmosfera anaeróbia realizando fermentação. Os produtos da metabolização do açúcar dependem das condições fornecidas às leveduras. Em condições aeróbias, as leveduras realizam respiração celular, processo no qual todo o açúcar é transformado em biomassa, dióxido de carbono e água. Na ausência de oxigênio, a maior parte dos carboidratos é convertida em etanol e dióxido de carbono (AQUARONE et al., 2001).

Processo de produção do saquê

A produção é iniciada a partir da sacarificação do amido presente no arroz, realizada pelo fungo filamentosos, seguida de sua fermentação por leveduras. O arroz deve ser polido até que as cinzas, lipídeos e proteínas sejam removidos do grão de maneira que restem apenas 60% do material inicial; esse percentual interfere no teor alcoólico do produto. O *Koji*, utilizado tradicionalmente na produção do saquê é composto de arroz que após ser cozido e vaporizado é colonizado pelo fungo *A. oryzae*. É através da ação das enzimas secretadas pelo *Aspergillus oryzae* que o amido é convertido em açúcares fermentáveis, para que ocorra a fermentação alcoólica, por leveduras *S. cerevisiae*, formando então o etanol (TSUTIDA, 2017).

A fermentação alcoólica leva em torno de três semanas, entre temperaturas que variam de 7°C no início a um máximo de 18°C. Ao final deste período, filtra-se a bebida por pressão, mantendo-a um período de maturação de 5-10 dias. A sequência de operações para produção do saquê é apresentada de forma resumida no fluxograma a seguir:

Figura 1 - Fluxograma do processo de produção do saquê



Fonte: Tsutida, 2017

MATERIAIS E MÉTODOS

Para produção de saquê artesanal em pequena escala, selecionou-se o denominado *Junmai-shu*, considerado o tipo de saquê mais puro, produzido apenas com arroz, água e *koji*, sem acréscimo de etanol (ASSOCIAÇÃO CULTURAL E ASSISTENCIAL DA LIBERDADE, 2019; TSUTIDA, 2017).

Preparação do arroz para a fermentação

Utilizou-se 1000g de arroz polido, marca MOMIJI, grão longo tipo 1, beneficiado – subgrupo polido. O arroz foi lavado em água corrente, após essa etapa, foi imerso em água mineral morna a 25° C até que absorvesse 30% de seu peso, em seguida foi colocado em uma peneira, para ser cozido a vapor (TSUTIDA et al., 2017).

Preparação do *koji* e da cultura mãe de leveduras (*shubo*)

Aproximadamente 200 gramas de arroz cozido no vapor foi espalhado em uma bandeja sobre o qual foram adicionados 10g do fungo *Aspergillus oryzae* (cultura comercial adquirida via Mercado Livre) e incubado em uma estufa de laboratório com controle de temperatura a 35° C por 3 dias, para obtenção do *koji*.

Em paralelo, preparou-se a cultura mãe de leveduras, o *shubo*. O caldo foi preparado a partir da mistura de 50 gramas de fermento biológico fresco (levedura

prensada) da marca Bruggeman e 1300 mL de água mineral com 400 gramas de açúcar cristal comum, mais 30 mL de suco de limão para acidificar a solução, que permaneceu em um fermentador de vidro, sem oxigenação, sob refrigeração entre 8° C a 12° C por 3 dias (TSUTIDA et al., 2017).

Processo fermentativo do saquê artesanal

Inicialmente, adicionou-se o *koji* ao *shubo* (cultura mãe leveduras ativas) em um fermentador (Figura 2) mantido sob refrigeração. Após 3 dias, o restante do arroz previamente cozido foi adicionado a este recipiente, mantido sob refrigeração de 8° C a 12° C por 32 dias (AQUARONE et al., 2001).

Figura 2 - Fermentador contendo substrato, durante processo de fermentação



Fonte: autores

Ao fim do período de fermentação, o material fermentado foi submetido a uma sequência de filtrações. A 1ª filtração foi realizada com tecido de algodão com trama fina, conforme Figura 3a. Nessa fase, a parte líquida ainda estava turva, como pode ser visualizado na Figura 3b, e foi deixada em repouso por mais 3 dias para a sua sedimentação e nova filtragem, com filtro de papel para café (Melitta®). O filtrado permaneceu em repouso por mais 2 dias, após os quais foi filtrado novamente com filtro de papel, obtendo-se um líquido de aparência cristalina. Notou-se forte produção de gás, o que indica a produção de etanol. Após as filtrações, o saquê foi engarrafado, seguindo, para dosagem de etanol e avaliação sensorial (TSUTIDA et al., 2017).

Figura 3a - Primeira filtração do material fermentado, realizada com tecido de algodão



Figura 3b - Filtrado ainda turvo, em repouso para decantação



Fonte: autores.

Dosagem etanol e teor de açúcares

Foram realizadas em equipamento YSI modelo 2700 da marca Tecnal, que utiliza membrana seletiva, que ao contato com a amostra, emite um sinal elétrico em nA, devido a reação dos elétrons livres da amostra com a membrana, transforma o sinal elétrico em g/L de concentração de etanol ou açúcares. O uso do equipamento foi gentilmente cedido pela empresa Amyris do Brasil.

Avaliação sensorial

A avaliação sensorial foi realizada em uma sala reservada da Fatec, com 4 mesas redondas grandes, nas quais apenas uma pessoa por vez, realizava a avaliação, utilizando como amostra de referência o saquê GOLD SECO, de teor alcoólico 14%, da marca THIKARÁ.

As amostras foram servidas em copos plásticos de coloração branca de 80 ml, com quantidades padronizadas (10 mL), refrigeradas, codificadas com números aleatórios de três dígitos.

Participaram da avaliação sensorial provadores não treinados, de ambos os sexos, sendo estes alunos e professores da Fatec. As bebidas foram apresentadas de forma casualizada aos provadores, que foram instruídos a beber água mineral entre as amostras para limpar o palato e neutralizar o sabor. Foram 28 provadores com idade entre 18 e 50 anos que receberam uma ficha de avaliação (Figura 4) para realizar o teste afetivo de preferência (ordenação), utilizando-se concomitantemente

escala hedônica estruturada de 9 pontos, com os extremos se ancorando nos termos “9 - gostei muitíssimo” e “1 - desgostei muitíssimo” (Figura 5) (JAEKEL, 2010; CHAVES; SPROESSER, 1993; MORAES, 1993).

Figura 4 - Ficha de avaliação sensorial utilizada.

Nome:	Idade:	data:
Instruções: você está recebendo amostras de bebida fermentada de arroz (saquê). Avalie suas amostras e indique sua preferência		
Código da amostra	Valor atribuído (escala hedônica)	
Mais preferida:	_____	_____
Menos preferida:	_____	_____
Explique porque: _____		

Fonte: autores

Figura 5 - Escala Hedônica utilizada no teste de preferência.

1= Desgostei muitíssimo 2= Desgostei muito 3= Desgostei regularmente 4= Desgostei ligeiramente 5= Indiferente 6= Gostei ligeiramente 7= Gostei regularmente 8= Gostei muito 9= Gostei muitíssimo
--

Fonte: autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dosagem alcoólica

A concentração de etanol obtida foi de 80,90 g/L, o que equivale 8,06% de etanol por volume segundo cálculos abaixo, utilizando o valor encontrado de densidade da amostra igual a 1003,371 g, em análise de massa por volume conforme Equação 1:

$$x = \frac{80,9}{1003,371} \times 100 = 8,06\% \text{ de etanol} \quad (1)$$

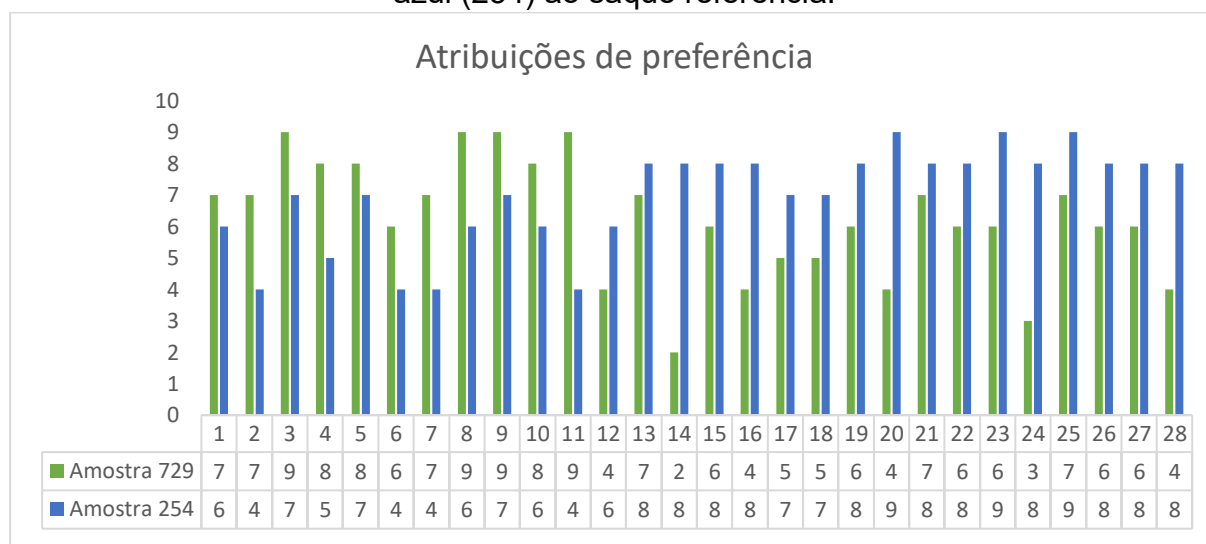
Os valores de Sacarose e Glicose foram 5,54 g/L (0,55%) e 16,70 g/L (1,66%), respectivamente.

A partir destes resultados, foi possível classificar o saquê produzido artesanalmente na categoria de saquê seco devido a concentração de açúcar estar abaixo dos 30% segundo legislação nacional (BRASIL, 2009). A partir da confirmação desta classificação, foi selecionado a bebida comercial saquê GOLD SECO, para ser usado como referência na análise sensorial.

Análise sensorial

Através da escala hedônica, ficou definido gosto de preferência entre os provadores. A média das notas do saquê produzido artesanalmente foi 6,25 e a bebida de referência Thikará foi 6,96. O Gráfico 1 é a representação gráfica das notas obtidas na análise sensorial.

Gráfico1 - Frequência de notas da avaliação sensorial dos saquês. Em verde (codificada como 729) estão representadas as notas dadas ao saquê artesanal e em azul (254) ao saquê referência.



Fonte: autores

Segundo a descrição na escala hedônica utilizada, essas médias representam que os provadores gostaram ligeiramente e ou gostaram regularmente. Deve-se ressaltar que em testes estatísticos, a maior e a menor nota única, isto é, quando não há repetibilidade dessa nota, devem ser excluídas da média, sendo assim o valor da média do saquê artesanal sobe para 6,41, pois exclui-se uma nota 2 que não se repete nas avaliações desse experimento (MORAES, 1993).

CONCLUSÕES

Apesar da variação de teor alcoólico do saquê produzido artesanalmente (8,06%) e o de referência (14%), as notas atribuídas a eles pelos avaliadores não foram tão distintas, indicando que a aceitação do produto artesanal foi similar à da bebida comercial.

Atribuiu-se o baixo teor alcoólico obtido na fermentação ao formato do fermentador (frasco onde ocorre o processo fermentativo) utilizado, que era largo e baixo, facilitando o contato das leveduras com o oxigênio atmosférico, que nesta condição realizam preferencialmente o metabolismo respiratório, consumindo toda a energia presente nos carboidratos disponíveis, gerando como produtos dióxido de carbono e água.

O fermentador ideal seria alto e estreito, reduzido a superfície de contato do substrato com o oxigênio, induzindo as leveduras ao metabolismo fermentativo, possibilitando então produção de maiores concentrações de etanol.

É importante ressaltar a ausência de experiência prévia dos autores em processos fermentativos pela técnica de Fermentação em Estado Sólido e que foi realizado um único experimento, que possibilitou a produção do saquê em volume e qualidade suficientes para serem avaliados. A realização deste projeto trouxe subsídios para possível implantação de experimento prático de Fermentação em Estado Sólido na disciplina de Bioquímica e Tecnologia das Fermentações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade de Tecnologia de Campinas por disponibilizar os materiais e o espaço para a execução do artigo. Agradecem a empresa Amyris do Brasil por disponibilizar o equipamento YSI para dosagem de etanol e açúcares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUARONE, E. Generalidades sobre bebidas alcoólicas. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia industrial**. Biotecnologia na Produção de Alimentos. São Paulo: Edgard Blucher, v. 4. p. 1-19, 2001.
- ASSOCIAÇÃO CULTURAL E ASSISTENCIAL DA LIBERDADE. **Gastronomia**: saquê. Disponível em: <<http://www.culturajaponesa.com.br/index.php/gastronomia-eculinaria/saque>>. Acesso em: 18 abr. 2019
- BOKULICH, N. A.; OHTA, M.; LEE, M.; MILLS, D. A. Indigenous Bacteria and Fungi Drive Traditional Kimoto Sake Fermentations. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 80, n. 17. p. 5522-5529, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6871, de 4 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/vigilanciaagropecuaria/ivegetal/bebidas>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, L. R. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- DEL BIANCHI, V. L.; MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F. Fermentação em Estado Sólido. In: SCHMIDELL, W. **Biotecnologia industrial**. Engenharia bioquímica, São Paulo: Edgard Blucher. v. 2, p. 247-270, 2001.
- JAEKEL, L. Z.; RODRIGUES, R. S.; SILVA, A. P. Avaliação físico-química e sensorial de bebidas com diferentes proporções de extratos de soja e de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 342-348, abr./jun. 2010.
- KANAUCHI, M. SAKE Alcoholic Beverage Production in Japanese Food Industry. In **Food Industry**. IntechOpen. p.39-63, 2013.
- LEE, Y.; SHIN, W. Marketing tradition-bound products through storytelling: a case study of a Japanese sake brewery. **Service Business**. v. 9, p. 281-295, 2014.
- MONCLARO, A. V. Caracterização de múltiplas formas de xilanases produzidas por *Aspergillus oryzae* quando crescido em resíduos têxteis. 110 p. Mestrado em Biologia Molecular, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasília, 2014.
- MORAES, M. A. C. **Métodos para a avaliação sensorial dos alimentos**. 8. ed. Campinas: UNICAMP, 1993.

- PEREIRA, J. L. Produção de Enzimas Amilolíticas por *Aspergillus oryzae* através de Fermentação em Estado Sólido. Monografia de Conclusão de Curso de Farmácias – Universidade de Brasília. Brasília – 2014.
- RAHARDJO, Y. S. P.; TRAMPER, J.; RINZEMA, A. Modeling conversion and transport phenomena in solid-state fermentation: A review and perspectives. **Biotechnology Advances**, v. 24. n. 2, p. 161-179, 2006
- TSUTIDA, A.; VAN DE RIET, I.; FURLAN, T.; ABUNO, V. S. **Sakê**. 2017. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3506663/mod_resource/content/1/Sak%C3%AA.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.
- ZHANG, K.; WU, W.; YAN, Q. Research advances on sake rice, koji, and sake yeast: A review. **Food Science & Nutrition**, v. 8, p. 2995-3003, 2020.

PROGRAMAÇÃO EM LADDER DE MISTURAS QUÍMICAS EM TANQUES PARA PRODUÇÃO DE TINTAS

Grazielma Ferreira de Melo*

José Sandro da Silva Filho**

Resumo: A utilização de controladores lógicos programáveis para otimização de processos torna-se cada vez mais crescente em indústrias, dentre as linguagens de programação utilizadas, destaca-se a linguagem Ladder. Com a crescente performance das indústrias de tintas brasileiras, objetiva-se melhoria contínua nos processos de produção. A seguinte pesquisa propôs através do sistema de programação do *SoMachine Basic* da Schneider Electric, utilizando a linguagem Ladder, linhas lógicas de comando para o processo de misturas de matérias-primas em tanques automatizados em indústrias de tintas. Foram obtidos ótimos resultados quanto a eficiência do programa para o sistema proposto, sendo viáveis para aplicação em controlador lógico programável. Contudo, para tornar o sistema ainda mais eficiente, propõe-se automatização total da linha de produção de tintas.

Palavras-chave: Produção de tintas; Tanques misturadores; Controladores lógico programáveis; Linguagem Ladder.

PROGRAMMING OF CHEMICAL MIXTURES STAIRS IN TANKS FOR INK PRODUCTION

Abstract: The use of programmable logic controllers to optimize processes is increasing in industries, among the programming languages used, the Ladder language stands out. With the growing performance of the Brazilian paint industries, the objective is to continuously improve production processes. The following research proposed, through Schneider Electric's *SoMachine Basic* programming system, using the Ladder language, logical lines of command for the process of mixing raw materials in automated tanks in paint industries. There were excellent results regarding the efficiency of the program for the proposed system, being feasible for application in a programmable logic controller. However, to make the system even more efficient, it is proposed to fully automate the paint production line.

Keywords: Production of paints; Mixing tanks; Programmable logic controllers; Ladder language.

* Centro Universitário do Vale do Ipojuca, gferreirademelo@outlook.com

** Centro Universitário do Vale do Ipojuca, j.sandruh@gmail.com

INTRODUÇÃO

As indústrias são constituídas corriqueiramente de inúmeras operações e processos que precisam ser executados de modo a minimizar gastos e atingir parâmetros adequados de qualidade e logística (MARTINS *et al.*, 2019). O processo de produção de tintas é constituído de diferentes atribuições físicas e químicas e faz-se necessário a compreensão articulada de diferentes mecanismos que atinjam a melhoria contínua operacional. Segundo Di Giulio (2007), o Brasil investe firmemente no mercado de tintas objetivando a exportação dessas mercadorias, contudo as exigências da qualidade das tintas são maiores e há concorrência direta diante de empresas altamente automatizadas.

As tintas estão presentes na sociedade mediante ao seu processo de proteção, acabamento e valorização de produtos e estruturas, logo as indústrias de tintas são propulsoras da economia. Nas atividades operacionais de produção de tintas, antes feitas manualmente, agora se busca otimizar a produção. Dado que a qualidade das tintas produzidas está associada ao quantitativo de matéria-prima, tempo de mistura e módulo de enlatamento dos produtos. O processo de padronização e efetividade das produções de tintas podem estar associados à incorporação de processos automatizados.

O processo de automatização de indústrias tornou-se algo essencial diante das diferentes tomadas de decisões operacionais e a competitividade comercial (FIGUEIREDO *et al.*, 2015). É afirmado por Costa, Lisboa e Santos (2003) que a automação industrial consiste em técnicas responsáveis por interligar processos, através de sistemas ativos, ocorrendo a execução de tarefas pelo processo de conversão de energia elétrica ou mecânica em trabalho, tendo como características: minimização de erros, padronização de processos, melhoria contínua, redução de gastos, segurança operacional e qualidade nos produtos finais. A automação pode atuar de modo fixo, flexível ou programável, contudo os elementos comumente presentes na automação são os sensores, transdutores, atuadores e controladores (SILEVIRA; LIMA, 2003).

Entre os controladores, tem-se destaque o controle lógico programável (CLP), que são associações de hardwares e softwares que atuam controlando e monitorando processos. A composição básica do CLP dá-se através de uma Unidade de Processamento Central (CPU) e conexões de sinais de entrada e saída do sistema.

Há inúmeras linguagens utilizadas para fazer o uso do CLP e normas que regem essas linguagens, resultando em padrões de execução (GONÇALVES, 2019). A linguagem Ladder (LD) segundo Da Silva (2007), faz uso de entradas, saídas e blocos, representado cada comando por símbolos, para atingir sequências lógicas dos processos através dos diagramas, sendo essa linguagem a responsável realizar o funcionamento interno do CLP (DE ALMEIDA, 2003).

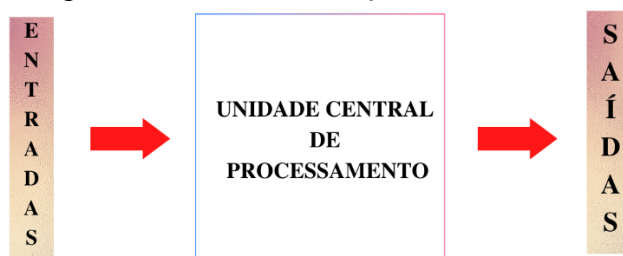
Portanto, objetivando otimizar especificamente o processo de misturas das matérias-primas nos tanques operacionais, levando em conta que comumente essa etapa operacional é realizada manualmente em muitas empresas e podem ocorrer acidentes, diminuição de qualidade do produto por falhas humanas e não-padronização, a pesquisa em questão busca desenvolver através do controle lógico programável, fazendo o uso da linguagem Ladder no software *SoMachine Basic* em sua versão para estudantes, linhas de comandos para o processo de pré-misturas químicas das matérias-primas na produção de tintas.

REVISÃO DA LITERATURA

Controladores lógicos programáveis

Os controladores lógicos programáveis foram desenvolvidos para suprir as demandas das indústrias automobilísticas (ZANCAN, 2011). O CLP é um equipamento versátil, formado pela associação de hardware e software, ao qual é direcionado para utilização em indústrias e seus processos. Sua funcionalidade, segundo Magalhães e De Oliveira (2003), é constituída de sinais de entrada e saída, que podem ser analógicos ou digitais, e a Unidade Central de Processamento, como mostra a Figura 1.

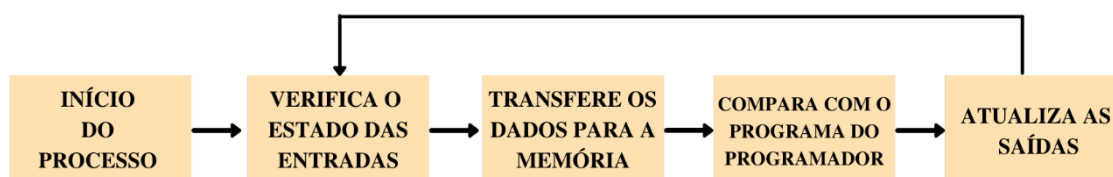
Figura 1 - Estrutura simples de um CLP.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A CPU é responsável por executar o programa que contém as funcionalidades a partir dos sinais de entrada, respondendo com sinais de saída. O tempo de realização dos comandos é nomeado como tempo de varredura, e esse tempo de varredura elabora a leitura dos sinais de entrada, a execução do CPU e leitura das saídas (SANTOS; LIMA, 2015). Para as entradas dos CLP's são inseridos transdutores, que determinam sinais elétricos das variáveis para o CPU ao qual correlaciona os sinais elétricos recebidos ao programa com as coordenadas estabelecidas pelo programador, já os atuadores são associados às saídas dos CLP's, controlando o processo (ZANCAN, 2011), logo as especificações do funcionamento dos CLP's são demonstradas na Figura 2.

Figura 2 - Ciclo de funcionamento de um CLP.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os controladores lógicos programáveis são classificados quanto a sua capacidade de entradas e saídas no sistema. Os micro CLP's possuem até 16 entradas e saídas, já o CLP de médio porte possui até 256 entradas e saídas e o CLP de grande porte tem até 4096 entradas e saídas. Portanto, são sistemas adaptáveis à diferentes operações de processos industriais. A busca crescente por CLP's é evidenciada devido a flexibilidade, confiabilidade, compactação e padronização das indústrias.

Ladder

A linguagem Ladder foi desenvolvida inicialmente com a proposta de simular diagramas elétricos. Contudo, essa linguagem é constituída por linhas verticais que representam polos, negativo e positivo, de uma bateria ou de uma fonte de alimentação (DA SILVA, 2007), as representações gráficas podem ser diferentes, pois dependem das instruções de cada fabricante (ROSÁRIO, 2009). A principal característica dessa linguagem é a compactação de blocos e o processamento dos comandos de modo gradativo e lógico, tendo seu processamento de modo cíclico (MARTINS *et al.*, 2019). De modo característico, as linhas horizontais são sentenças

lógicas, de entradas e saídas. A Figura 3 mostra a equivalência de contatos elétricos para símbolos utilizados programação em Ladder.

Figura 3 - Elementos do diagrama de contato.

	SÍMBOLO LADDER	ELEMENTO ELÉTRICO
CONTATO ABERTO		
CONTATO FECHADO		
SAÍDA		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para atingir a sequência lógica das linhas de comando, os contatos atuam concedendo estados aos elementos a sua direita. As principais funções atuantes são and e or. A função and, representa as chaves de entradas das linhas que são individuais e os contatos encontram-se em série, já a função or representa a presença dos contatos em paralelo e o funcionamento dá-se por um contato ou outro (DE ALMEIDA, 2003).

Da Silva (2007), afirma que há instruções utilizadas para armazenamento de sinais, essas instruções são os comandos set e reset, que respectivamente representam o ligar de uma saída e mesmo que ocorra o desligamento da fonte de alimentação mantém-se ligado, e o desligar de uma saída. Comumente, essa linguagem é utilizada devido a facilidade de transformar a programação em Ladder em circuitos elétricos, assim como a associação indireta à outras linguagens de programação.

SoMachine Basic ®

O software *SoMachine Basic* é um simulador gratuito da Schneider Eletric, que visa criar e testar programas sem a presença de um controlador lógico programável e módulos de expansão, podendo conectar a um CLP físico e ir adequando simultaneamente o código desenvolvido, modificando valores de entradas e rastreando as saídas. Os estágios de desenvolvimento de um projeto no software são mostrados na Figura 3.

Figura 3 - Estágios comumente utilizados no programa *SoMachine Basic*.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O *SoMachine Basic* faz o uso das linguagens: linguagem Ladder, linguagem da lista de instruções, grafcet (Lista) e grafcet (SFC). A versão utilizada na pesquisa em questão foi o programa *SoMachine Basic* V1.3 SP3 eLearning.

Processo de produção de tintas

Tintas são soluções homogêneas, composta por substâncias químicas e aditivos, que tem como finalidades: decorar e proteger superfícies. As matérias primas constituintes nos processos de produção de tintas são os aditivos, solventes, cargas, ligantes e pigmentos. Segundo Leite, Pacheco e Antunes (2016), o Brasil é um dos maiores produtores de tintas, sendo essas indústrias brasileiras, de grande, médio e pequeno porte. Skaf (2006) indica o crescente mercado de tintas, a nível nacional e internacional.

O processo de fabricação de tintas ocorre em lotes, com o intuito de facilitar possíveis ajustes e diferenciais de coloração. Os processos operacionais são realizados em etapas físicas e químicas. Nas etapas físicas, têm-se as misturas, dispersão, envase das tintas e filtração, já as etapas químicas ocorrem as através dos processos de reações e conversões de reagente em produtos (SKAF, 2006). As etapas do processo de produção de tintas são mostradas na Figura 4.

Figura 4 - Etapas de produção de tintas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

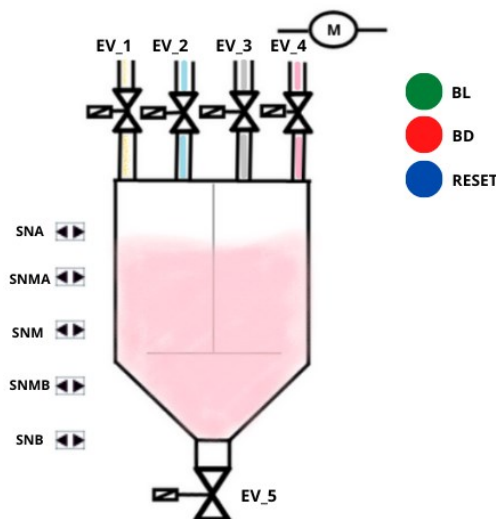
A pré-mistura é caracterizada pela transferência dos insumos a um tanque, e em sequência realizado o processo de agitação das substâncias. Os produtos que

estão pré-dispersos são direcionados para o processo de dispersão. Sequencialmente, são misturados os produtos de dispersão aos outros componentes da tinta, sendo realizado os ajustes necessários para adequar-se ao controle de qualidade exigido para comercialização das tintas. Posteriormente, a tinta é filtrada e envasada.

DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Os tanques misturadores são equipamentos industriais frequentemente utilizados na indústria química, atuam realizando misturas de componentes de forma automatizada e segura. São projetados de acordo com as funções operacionais ao qual será aplicado. Contudo, em indústrias de tintas, comumente os processos operacionais de misturas das matérias-primas são realizados manualmente, de modo não tão efetivo e controlado. O sistema proposto é mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Sistema do tanque misturador proposto para automação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os constituintes do sistema são identificados na Tabela 1. As eletroválvulas são responsáveis por sequencialmente despejar as matérias primas no momento correto, minimizar riscos de acidentes operacionais e iniciar o processo de padronização da produção tintas. Os sensores de níveis indicarão o quantitativo correto operacional, e o misturador torna a solução homogênea.

Tabela 1 - Elementos do sistema proposto.

ELEMENTOS	DESCRIÇÃO
Motor	MOTOR_
Sistema	SISTEMA
Eletroválvula com resinas	EV_1
Eletroválvula com solventes	EV_2
Eletroválvula com aditivos	EV_3
Eletroválvulas com pigmentos	EV_4
Eletroválvula de saída	EV_5
Botão liga	BL
Botão desliga	BD
Reset	RESET
Sensor de nível baixo	SNB
Sensor de nível médio baixo	SNMB
Sensor de nível médio	SNM
Sensor de nível médio alto	SNMA
Sensor de nível alto	SNA

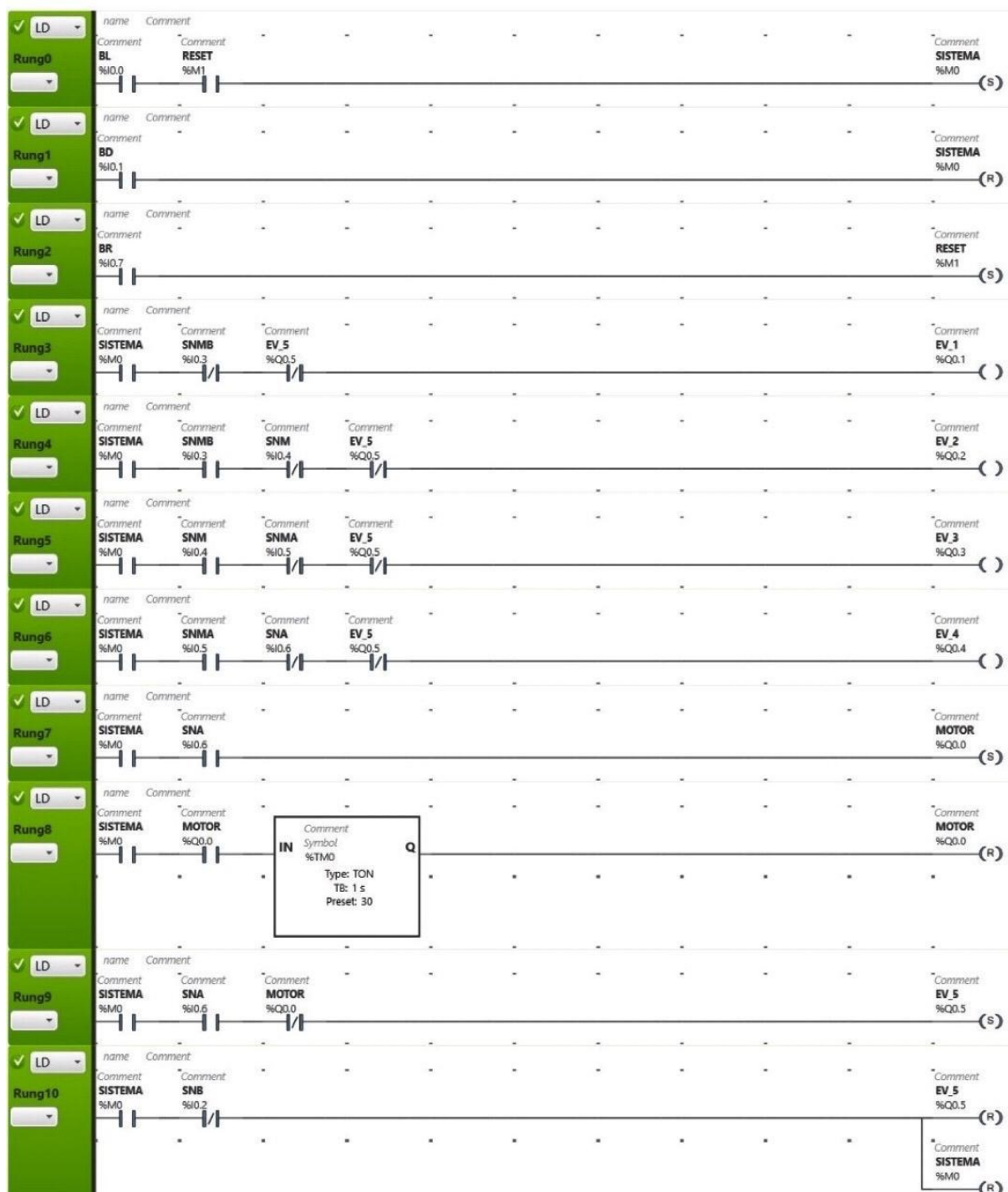
Fonte: Elaborado pelos autores.

O sistema desenvolvido é ideal para a etapa de pré-mistura das matérias-primas da produção de tintas. A automação do tanque garante maior segurança nas etapas operacionais posteriores, sendo realizada pela programação lógica em Ladder.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para os processos de misturas das matérias-primas na produção de tintas, comumente se faz o uso de tanques misturadores, propôs-se então o processo de mistura de matérias-primas de modo automatizado, fazendo necessárias linhas de código programáveis para o processo. Para o sistema proposto na pesquisa em questão, foi desenvolvido, utilizando linguagem Ladder no software *SoMachine Basic*, o comando lógico mostrado na Figura 6.

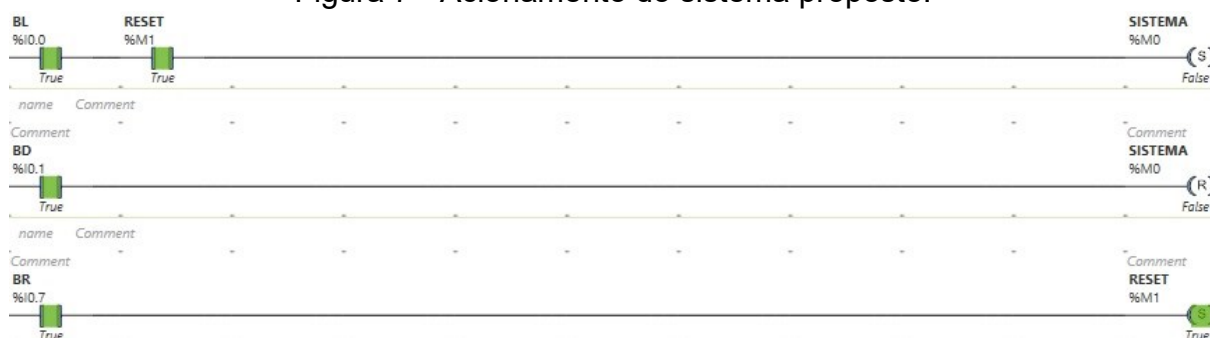
Figura 6 - Linhas de código desenvolvidas em Ladder, no software *SoMachine Basic*, para a pré-mistura das matérias-primas de tintas em tanques automatizados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Posteriormente ao acionamento do sistema, se fez a verificação da linhas de comando sucessivos, como mostra a Figura 7.

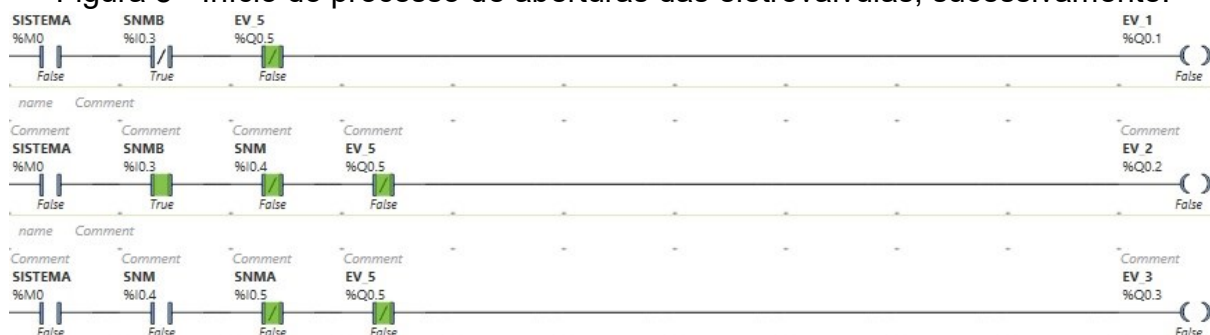
Figura 7 - Acionamento do sistema proposto.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida, como mostra a Figura 8, gradativamente as eletroválvulas vão sendo acionadas para descarregar as matérias-primas específicas no tanque. Ao atingir seu respectivo percentual, o sensor de nível adequado a cada matéria-prima indica se marcou o nível adequado, fechando a eletroválvula em questão.

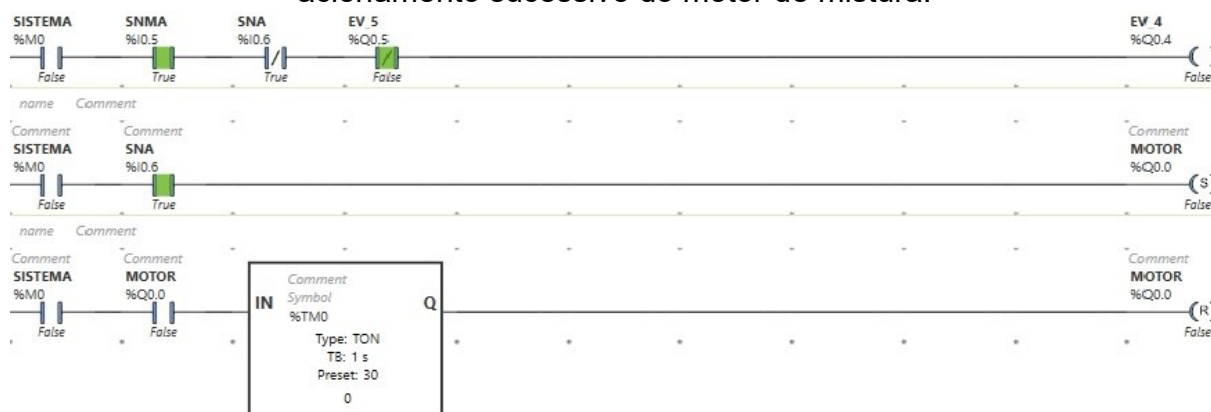
Figura 8 - Início do processo de aberturas das eletroválvulas, sucessivamente.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O processo sequencial de liberação das eletroválvulas para preenchimento do tanque, sucessivamente com as matérias-primas indicadas, é mostrado na Figura 9. Onde, posteriormente é ligado o motor da pré-mistura para homogeneização da solução por um determinado período de tempo, através de um temporizador Timer on Delay (TON), realizando a contagem do tempo programada das misturas a partir do início da linha do código.

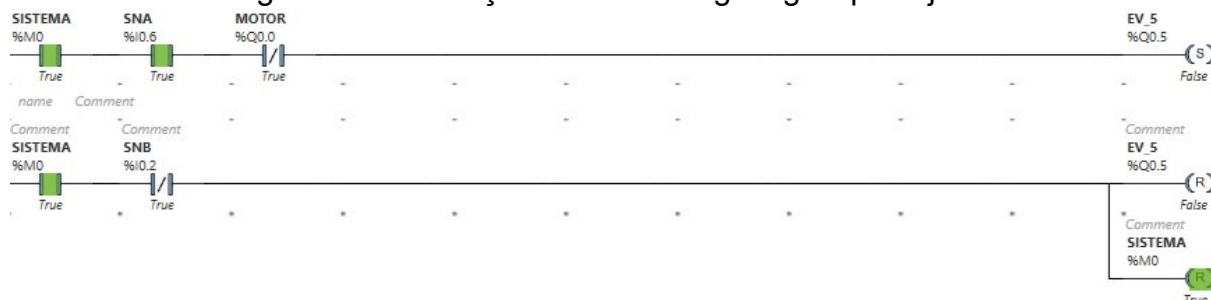
Figura 9 - Preenchimento do tanque misturador com as matérias-primas e acionamento sucessivo do motor de mistura.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida ao processo de pré-mistura, se faz necessária a abertura da eletroválvula de saída da solução, como mostra a Figura 10, objetivando a sequência do processo operacional de produção de tinta. Atenta-se à implementação do reset do sistema, como método de segurança operacional e de configuração final do processo automatizado planejado.

Figura 10 - Execução final do código lógico planejado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Contudo, a funcionalidade das linhas de código por método da linguagem Ladder, para o sistema proposto, foi eficiente, à medida que atingiu com excelência os comandos propostos e a segurança operacional, sendo capaz de propagar padronização nos processos de produção de tintas, minimizando custos.

CONCLUSÃO

A pesquisa em questão teve como objetivo principal propor linhas de código lógico, utilizando a linguagem Ladder no software *SoMachine Basic*, para implementação do CLP, no sentido de atingir a otimização e melhoria contínua do processo de misturas de substâncias químicas na produção de tintas, em tanques

misturadores. Os resultados indicaram excelência para execução do sistema e funcionalidades aplicáveis. Como método de melhor otimização da produção, indicase a automação geral de toda produção de tintas, pois resulta em padronização do processo, minimizando custos e atingindo bons parâmetros de qualidade nos produtos.

REFERÊNCIAS

- COSTA, Isabele Moraes; LISBOA, Stella Neves Duarte; SANTOS, Talita Pitanga. AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. **AUTOMAÇÃO**, [s. l.], 2003.
- DA SILVA, Marcelo Eurípedes. CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMÁVEIS - LADDER. **CONTROLADORES**, [s. l.], 2007.
- DE ALMEIDA, SIDNEI ALEXANDRE. **PROTÓTIPO DE AMBIENTE LADDER PARA OS MICROCONTROLADORES 8051 E PIC16F873**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU, [S. l.], 2003.
- DI GIULIO, GABRIELA. Setor de tintas cresce, inova e foca na questão ambiental. **Setor de tintas**, [s. l.], 2007.
- FIGUEIREDO, Wellington Silva; DA SILVA, Fabio Cordeiro; DOS SANTOS, Erik Círiaco; DOS SANTOS, Vinicius Martins; GALDINO, Luciano. Automatização De Uma Retificadora Industrial Para Cilindros De Serigrafia. **Automatização**, [s. l.], 2015.
- GONÇALVES, MATHEUS ROCHA. **CONTROLE DE NÍVEL DE PLANTA DIDÁTICA USANDO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel Engenheiro de Controle e Automação) - Universidade Federal de Ouro Preto, [S. l.], 2019.
- LEITE, Livia Vieira; PACHECO, Rafael da Costa; ANTUNES, Warley Ligorio. Avaliação do Processo de Produção de Tintas à Base de Argila. **Processo de Produção de Tintas**, [s. l.], 2016.
- MAGALHÃES, Ricardo Nogueira; DE OLIVEIRA, José Carlos. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL NO CONTEXTO DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA. **CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL**, [s. l.], 2003.
- MARTINS, Lyon Augusto; GONCALVES, Pedro Jose Faure; SZUVOVIVSKI, Itamar; HASS, Eduardo Silva; DA SILVA, Carolina Mariano; VIGIANO, Gabriel Moreira.

AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA TRANSPORTADOR DE ROLOS TRACIONADOS EM LINGUAGEM LADDER. **AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA**, [s. /], 2019.

ROSÁRIO, J. M. **Automação Industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009.

SANTOS, VITOR ALEXANDRE; LIMA, CARLOS RAIMUNDO ERIG. PROCESSO DE MANUFATURA IMPLEMENTADO EM HARDWARE RECONFIGURÁVEL PARA SIMULAÇÃO DE CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL. **CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL**, [s. /], 2015.

SILEVIRA, LEONARDO; LIMA, WELDSO Q. Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. **Automação Industrial**, [s. /], 2003.

SKAF, Paulo. Tintas e Vernizes. **Tintas**, [s. /], 2006.

ZANCAN, Marcos Daniel. Controladores Programáveis. **Controladores**, [s. /], 2011.