

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA ATIVA APLICADA AO ENSINO DE QUÍMICA: EXPERIMENTOS ÚTEIS PARA PRÁTICAS DE QUÍMICA NO ENSINO DE GRADUAÇÃO

Amanda Eller Ribeiro¹
Ana Flávia Arantes Pereira¹
Deborah Santos Silvério¹
Liege Aparecida Mapa²
Anderson Hollerbach Klier³

Resumo: Com o objetivo de facilitar a compreensão e reduzir a dificuldade de aprendizado na área da química aplicada, foram propostos experimentos que comprovam a relação quantitativa entre massa e volume de reagentes e produtos de uma reação química. Para tanto, a categoria metodológica estará centralizada na linha de problematização do projeto, de acordo com as cinco etapas do Arco de Maguerez (GEROSA, 2005). O intuito deste projeto é, através da prática laboratorial, envolver uma série de materiais e um processo dinâmico que tem como vantagem ser um trabalho expositivo, que facilita a compreensão dos estudantes nesse campo (GEROSA, 2005; SANTANA, 2012). Assim, almeja-se despertar o interesse de alunos do ensino superior na área de química, em um trabalho que envolve uma série de experimentos que tem como objetivo observar experimentalmente a correlação quantitativa entre consumo de reagentes e geração de seus respectivos produtos.

Palavras-chave: Educação; Metodologia de ensino; Ensino em química.

Abstract: To facilitate the understanding and the difficulty of learning in the area of applied chemistry, experiments proving the quantitative relationship between mass and volume of reagents and products of a chemical reaction were proposed. For thus, we were based on the methodological category centralized in the lines of project questioning, according to the five steps of Arco de Maguerez (GEROSA, 2005). The goal of this project is, through lab practices, involve a series of materials and a dynamic process with the advantage of being and exposure work, facilitating the comprehension of students in the field. (GEROSA, 2005; SANTANA, 2012). Therefore, the objective is to rise students interests, at graduate level in chemistry, in a work involving a series of experiments to observe the quantitative correlation between the consumption of the reagents and the generation of their respective products.

Keywords: Education; Teaching methodology; Chemistry teaching.

INTRODUÇÃO

No processo de ensino aprendizagem e nas práticas educacionais de maneira geral, decidir e definir os objetivos de aprendizagem significa estruturar, de forma consciente, a didática utilizada de modo a oportunizar mudanças de pensamentos, ações e condutas. Essa estruturação é resultado de um planejamento que está diretamente relacionado à escolha do conteúdo, de procedimentos, de atividades, de recursos disponíveis, de estratégias, de instrumentos de avaliação e de metodologia a ser adotada (ALVES, 2006; FERRAZ, 2010).

As metodologias ativas utilizam a problematização como estratégia de ensino-aprendizagem, com o objetivo de alcançar e motivar o discente, pois diante do problema, ele se detém, examina, reflete, relaciona a sua história e inicia suas descobertas. (MITRE, 2007; BRITO, 2004).

O processo ensino-aprendizagem é complexo, apresenta um caráter dinâmico e não acontece de forma linear. O estudante precisa assumir um papel cada vez mais ativo, descondicionando-se da atitude de mero receptor de conteúdos, buscando efetivamente conhecimentos relevantes aos problemas e aos objetivos da aprendizagem. Iniciativa criadora, curiosidade científica, espírito crítico-reflexivo, capacidade para autoavaliação, cooperação para o trabalho em equipe, senso de

responsabilidade, ética e sensibilidade na assistência são características fundamentais a serem desenvolvidas em seu perfil. (MITRE, 2007, p. 2137).

A prática laboratorial envolve uma série de materiais e um processo dinâmico que tem como vantagem ser um trabalho expositivo, que facilita a compreensão dos estudantes nesse campo (GEROSA, 2005; SANTANA, 2012). Com o intuito de despertar o interesse de alunos do ensino superior na área química, foi proposto um trabalho que envolve uma série de experimentos cujo objetivo é observar empiricamente a correlação quantitativa entre consumo de reagentes e geração de seus respectivos produtos. A experimentação mostrou-se como principal aliado discente para demonstrações de conteúdos teóricos (LOPES, 2011).

Além disso, será oferecida, ainda, a demonstração de uma execução segura do procedimento experimental, garantindo boas práticas laboratoriais.

OBJETIVO

Como objetivos específicos propostos, conforme demonstrado na figura 1, podemos relacionar: a demonstração experimental de correlação entre massa e volume molar, a comprovação da proporção molar estequiométrica e uma introdução dos aspectos químicos envolvidos no equilíbrio ácido-base.

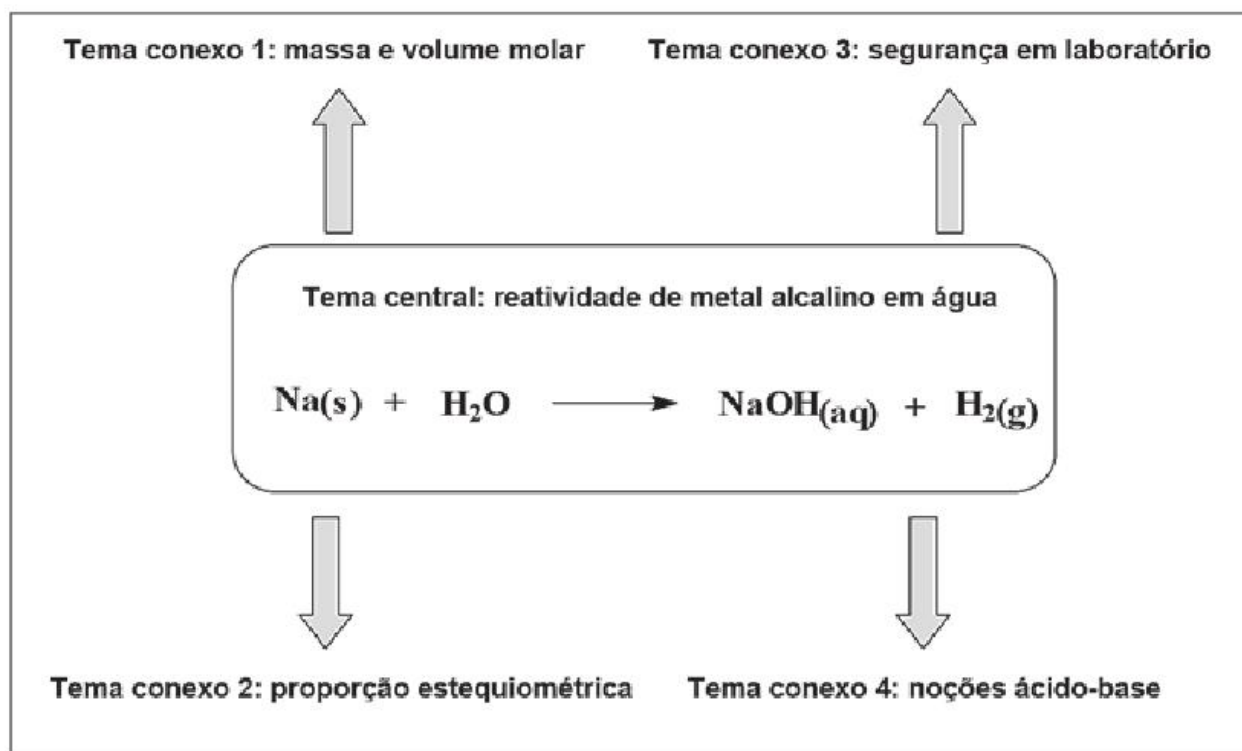


FIGURA 1 - Quadro expositivo dos temas envolvidos que são por consequência os objetivos específicos do projeto.

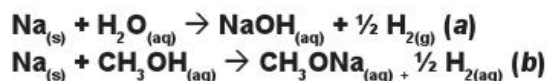
Fonte: elaborada pelos autores

METODOLOGIA

A metodologia adotada, do ponto de vista teórico, estará centralizada na linha de problematização proposta no projeto, com as cinco etapas do Arco de Magueréz (GEROSA, 2005) (figura 2):

- 1) Observação da Realidade;
- 2) Identificação dos Problemas-Pontos Chave;
- 3) Teorização;
- 4) Hipóteses de Solução – Planejamento;
- 5) Aplicação – Execução da ação (Prática).

Segundo a problematização proposta, a observação a ser comprovada foi a geração de efervescência, quando da reação do sódio metálico (Na) com água, reação *a*, ou etanol, reação *b*, descritas abaixo (ATKINS, 1998; LUZ, 2004).



Como problemas ou pontos chave identificados nestas reações, destacamos a liberação de gás hidrogênio,

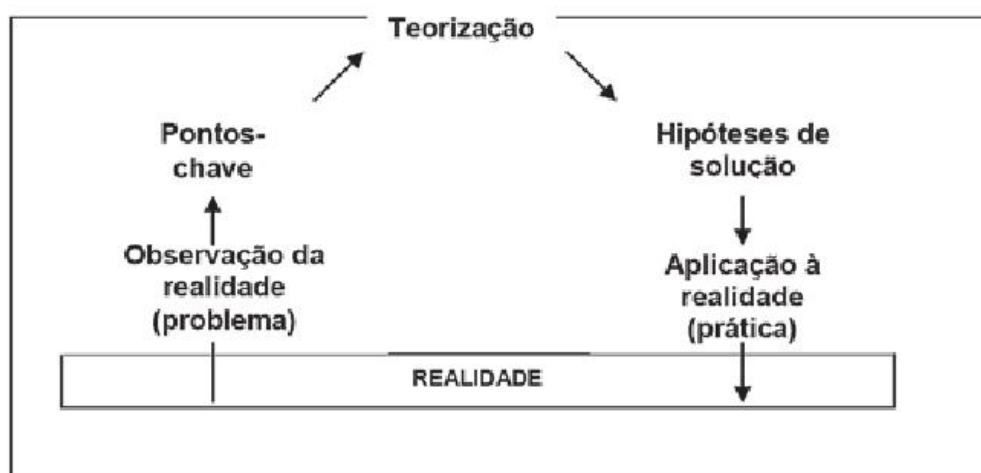


FIGURA 2 - Arco de Magueréz com as etapas do processo para realização do projeto.

Fonte: elaborada pelos autores

H_2 , acompanhada da formação de compostos básicos em ambas as reações, sendo hidróxido de sódio (NaOH) na reação *a* e metóxido de sódio (CH_3ONa) na reação *b*. Na teorização aplicada às reações, sabe-se que num sistema químico balanceado, há uma proporção molar constante entre o consumo dos reagentes e formação dos produtos. Ou seja, nas reações apresentadas serão consumidos 1 mol de cada reagente envolvido, gerando 1 mol de cada uma das bases, hidróxido ou metóxido, acompanhado da geração de meio mol de hidrogênio gás.

A hipótese, a ser testada, foi de que o volume de gás liberado será proporcional à massa de reagente consumido e de produto gerado em ambas as reações. Como aplicação ou ação práticas, massas de sódio metálico, previamente determinadas, foram submetidas em capela a reações com água e metanol, determinando-se quimicamente as quantidades de produtos obtidos em cada reação. Os fragmentos de sódio metálico foram adicionados lentamente sobre o solvente em questão.

As reações *a* e *b*, já descritas, foram executadas por oito vezes, utilizando-se massas crescentes de sódio metálico equivalentes a 0,05 g; 0,1g; 0,15g; 0,20g; 0,25g, 0,30g; 0,35g e 0,40 gramas. O volume de água utilizado em cada reação foi de 30 mL e o de metanol foi de 20 mL. Cada sequência reacional foi realizada em triplicata com água e em triplicata com metanol, ou seja, cada reação foi realizada num total de vinte e quatro vezes, três sequências crescentes de massa de sódio metálico em cada solvente.

Para a determinação volumétrica das quantidades de hidróxido de sódio e metóxido de sódio gerados, foram feitas titulações ácido-base, utilizando-se HCl 0,1 mol/L padrão em todas as determinações.

Como medida de segurança, todas as reações foram executadas em capela, utilizando-se kitsatos de 250 mL. Os alunos utilizaram todo o equipamento de proteção individual (EPI) preconizado, óculos de proteção, luvas de borracha e de kevlar e jalecos de mangas compridas.

Para determinação das correlações lineares e otimização gráfica por regressão linear, foi utilizado o software *Origin 6.1*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 1, apresentada abaixo, expressa os valores de massa de sódio metálico, hidróxido de sódio e volume de ácido clorídrico consumido em cada titulação para a determinação do hidróxido de sódio gerado nos oito experimentos envolvendo a reação do sódio metálico em água. Foram utilizadas massas crescentes de sódio metálico, e cada uma das sequências reacionais tabeladas estão identificadas como **a**, **b** e **c**. Os rendimentos obti-

dos em cada um dos oito experimentos, de 1 a 8, foram acima de 91% em média.

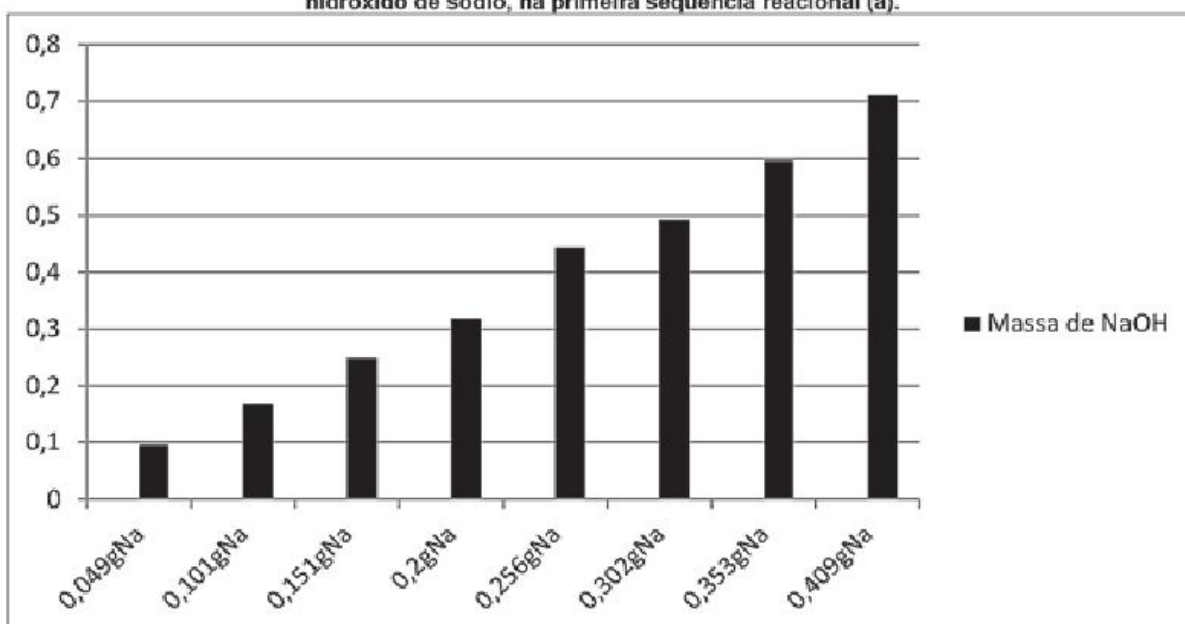
A relação de proporcionalidade entre a massa de sódio metálico consumido e a massa de hidróxido de sódio gerado, a partir dos dados da tabela 1, para cada sequência reacional, são representadas nos gráficos das figuras 1, 2 e 3. Com os mesmos dados tabelados já descritos, também foi possível avaliar a relação de proporcionalidade entre a massa de sódio metálico consumido e o volume de ácido clorídrico consumido na determinação do hidróxido de sódio gerado nas sequências reacionais. Estas relações estão representadas nos gráficos dos gráficos 3, 4 e 5.

TABELA 1 - Dados de massa e volume das reações do sódio metálico em água.

Exp.	Na (g)			HCl (mL)			NaOH (g)		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	0,049	0,053	0,049	18,4	21,6	18,4	0,095	0,092	0,095
2	0,101	0,103	0,101	45,2	39,8	43,6	0,168	0,1791	0,1812
3	0,151	0,153	0,157	67,6	59,3	61,5	0,248	0,2661	0,2730
4	0,200	0,205	0,200	78,2	78,7	77,2	0,318	0,3565	0,3478
5	0,256	0,252	0,250	119,1	97,4	103,5	0,444	0,4383	0,4343
6	0,302	0,303	0,299	121,0	115,4	116,7	0,492	0,5102	0,52
7	0,353	0,350	0,353	146,2	137,58	146,2	0,596	0,608	0,596
8	0,409	0,405	0,405	182,0	159,19	159,19	0,711	0,704	0,704

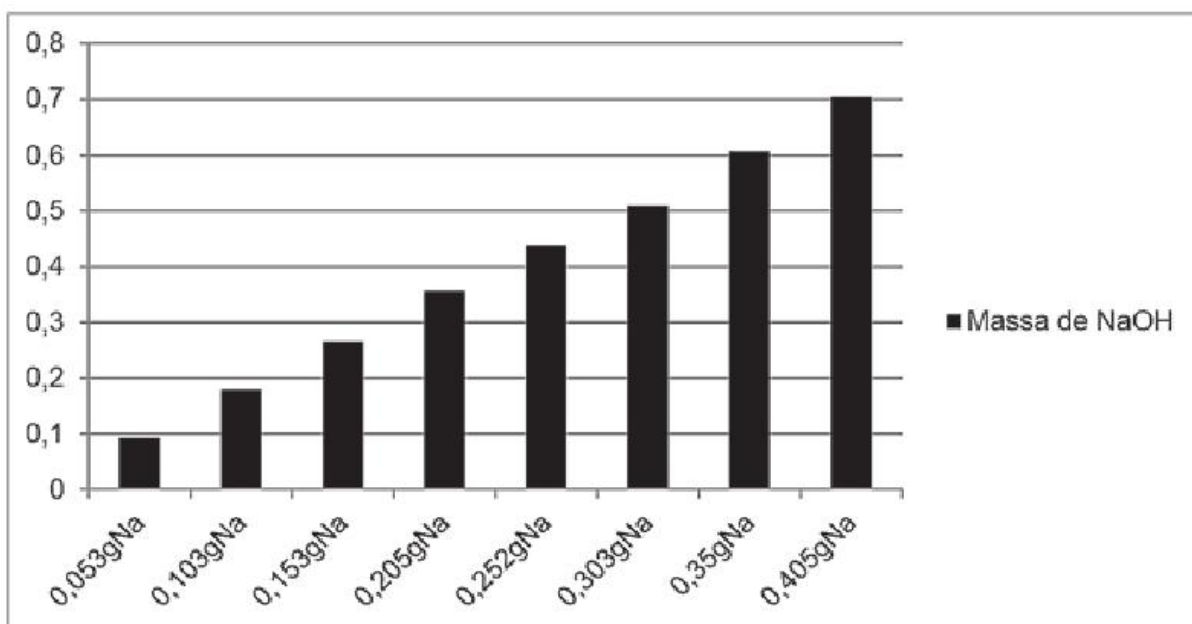
Fonte: elaborada pelos autores

GRÁFICO 1 – Gráfico de correlação entre as massas de sódio e de hidróxido de sódio, na primeira sequência reacional (a).



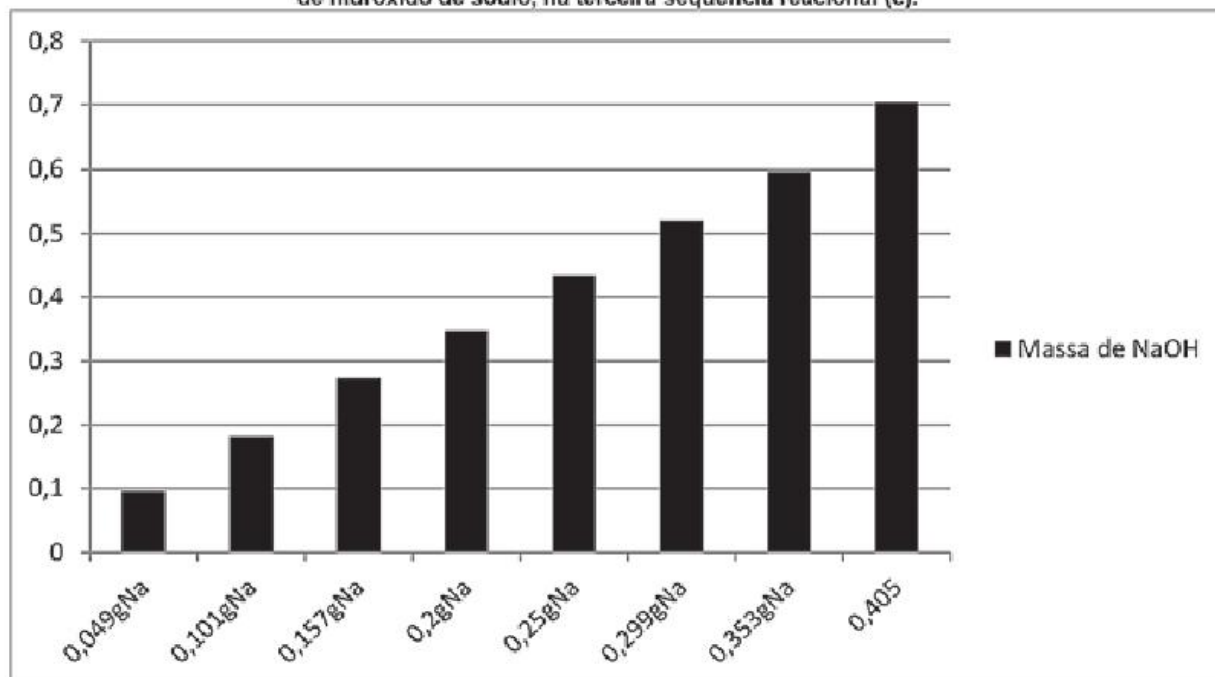
Fonte: elaborada pelos autores

GRÁFICO 2 – Gráfico de correlação entre as massas de sódio e de hidróxido de sódio, na segunda sequência reacional (b).

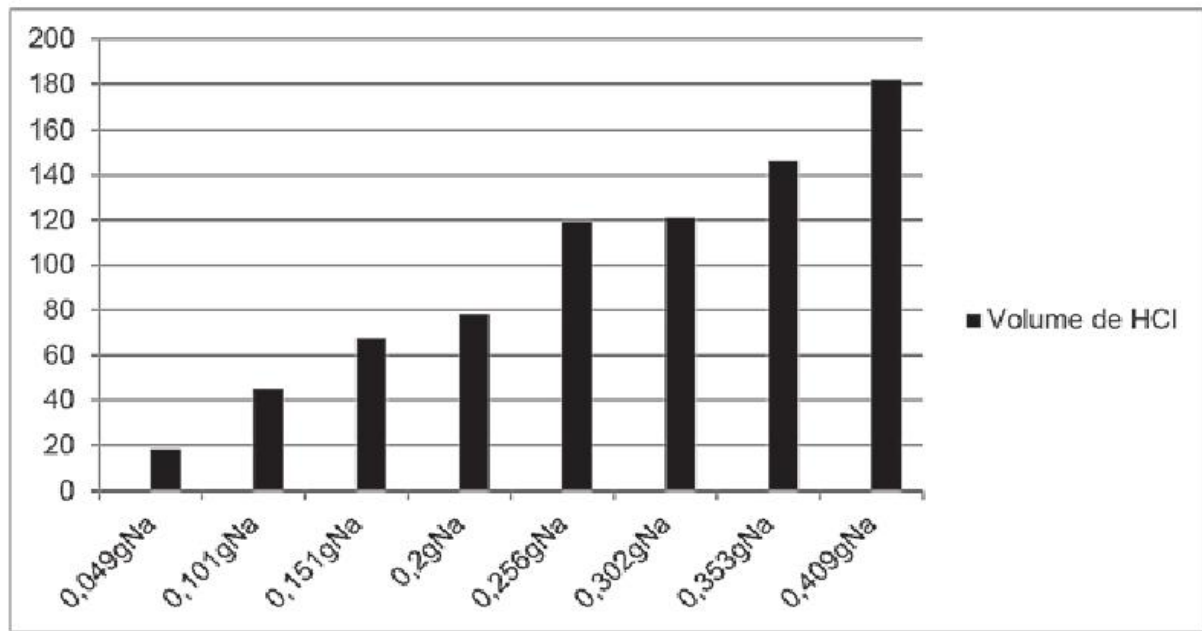


Fonte: elaborada pelos autores

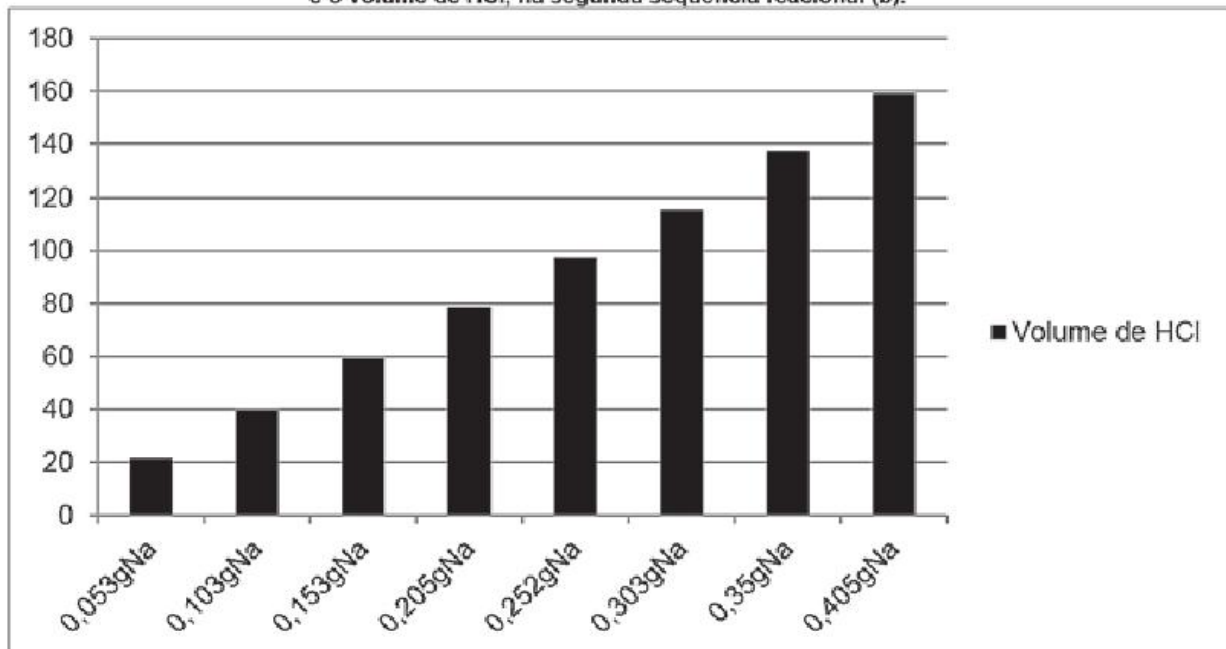
GRÁFICO 3 – Gráfico de correlação entre as massas de sódio e de hidróxido de sódio, na terceira sequência reacional (c).



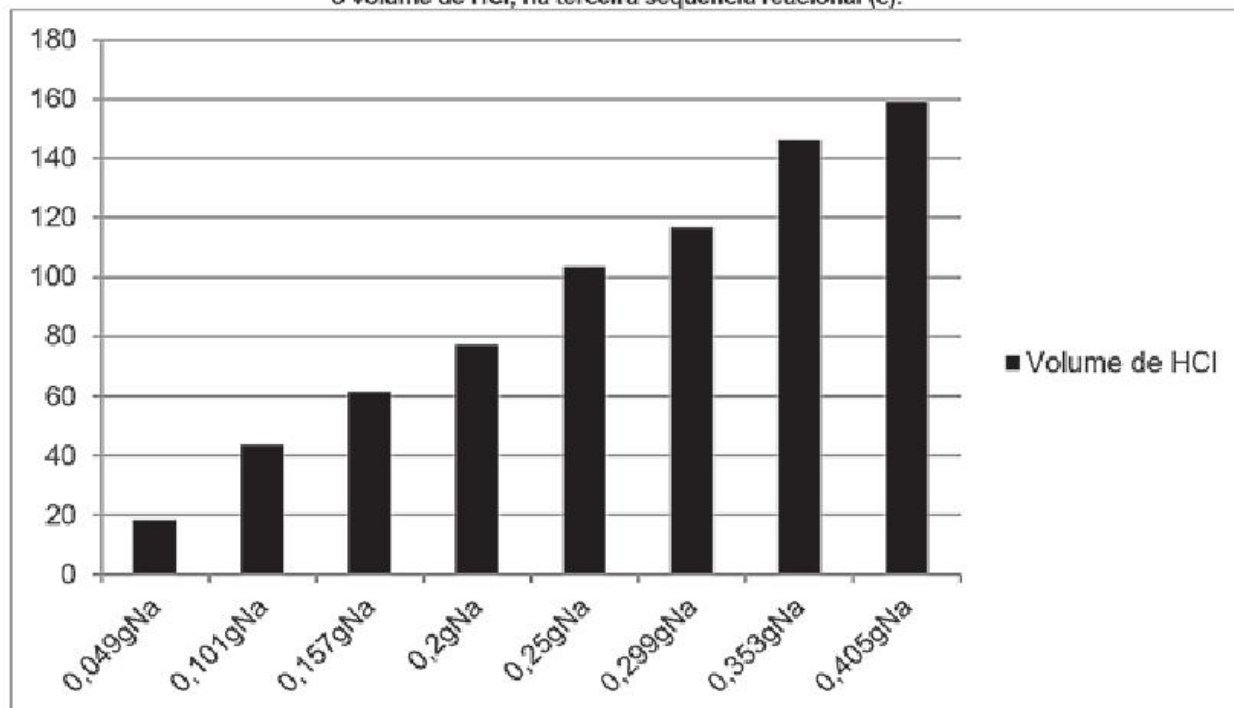
Fonte: elaborada pelos autores

GRÁFICO 4 – Gráfico de correlação entre a massa de sódio e o volume de HCl, na primeira sequência reacional (a).

Fonte: elaborada pelos autores

GRÁFICO 5 – Gráfico de correlação entre a massa de sódio e o volume de HCl, na segunda sequência reacional (b).

Fonte: elaborada pelos autores

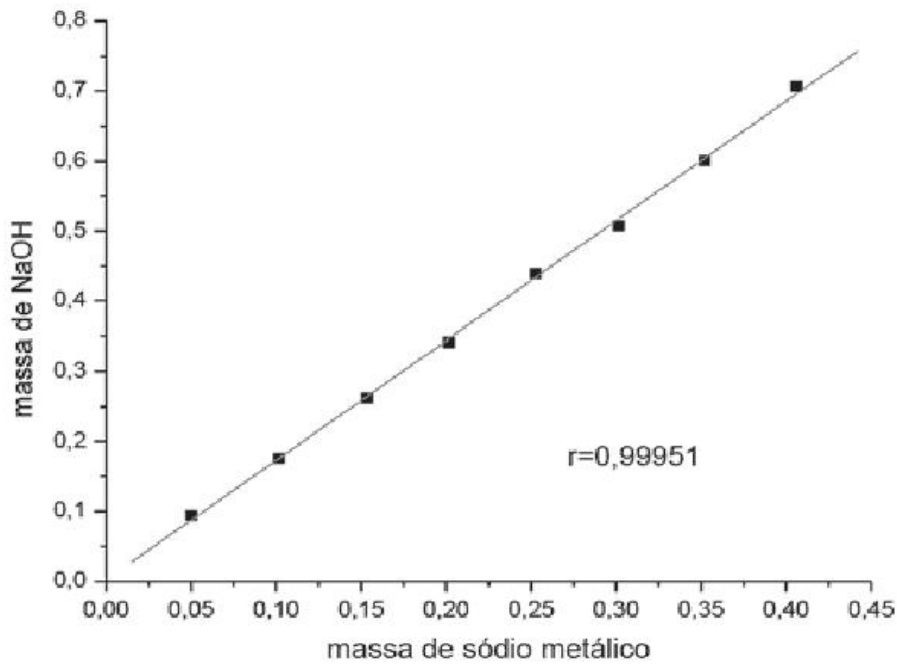
GRÁFICO 6 – Gráfico de correlação entre massa a de sódio e o volume de HCl, na terceira sequência reacional (c).

Fonte: elaborada pelos autores.

Tanto nas correlações massa-massa entre sódio metálico e NaOH (gráficos dos gráficos 1, 2 e 3), quanto nas correlações massa-volume entre NaOH e ácido clorídrico consumido (gráficos das figuras 4, 5 e 6), é possível perceber o perfil de linearidade entre estes parâmetros para a reação entre sódio metálico e água. Na correlação massa-massa, entre sódio e NaOH, a linearidade foi confirmada pelo cálculo de correlação linear, com valores de r iguais a 0,99776, 0,99964 e 0,99962 para as sequências reacionais **a**, **b** e **c** respectivamente.

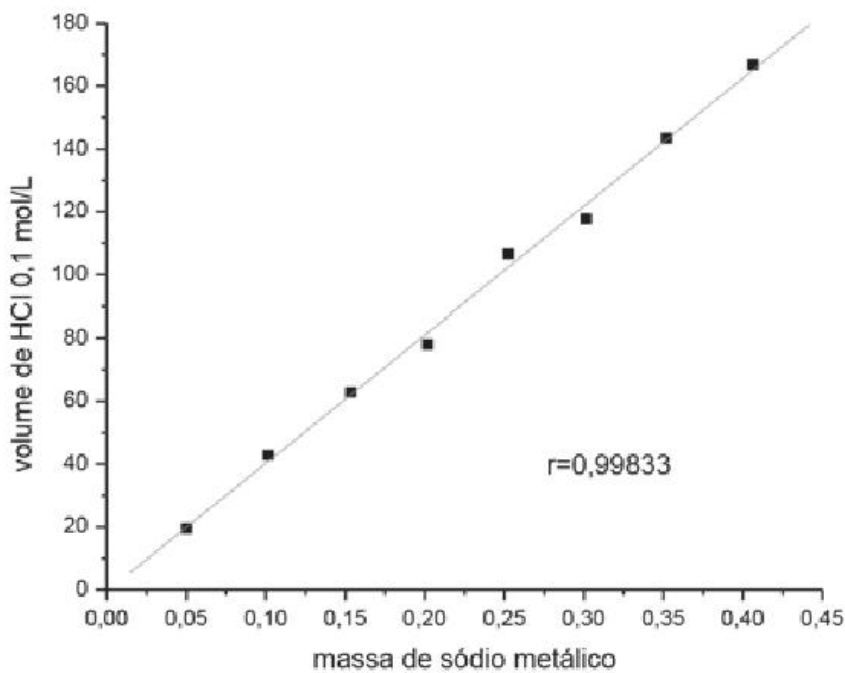
Considerando os valores médios obtidos, a partir das sequências reacionais, para as massas de sódio e de NaOH, foi obtido um novo valor de r igual a 0,99951, como demonstra o gráfico de correlação otimizado na figura 9. Na correlação massa-volume, entre sódio e HCl, os valores de r foram iguais a 0,99269, 0,99959 e 0,99677 para as sequências reacionais **a**, **b** e **c**, respectivamente. A partir dos valores médios na correlação massa-volume foi obtido um valor de r otimizado igual a 0,99833, conforme gráfico 7.

GRÁFICO 7 – Gráfico otimizado para a correlação linear entre as massas de NaOH e sódio metálico na reação sódio metálico e água



Fonte: elaborada pelos autores

GRÁFICO 8 – Gráfico otimizado para a correlação linear entre o volume de HCl e a massa de sódio metálico e na reação sódio metálico e água



Fonte: elaborada pelos autores

TABELA 2 - Dados de massa e volume das reações do sódio metálico em metanol.

Exp.	Na (g)			HCl (mL)			CH ₃ ONa (g)		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	0,050	0,054	0,052	19,8	20,8	20,3	0,129	0,126	0,1275
2	0,103	0,095	0,100	37,5	37,0	40	0,242	0,223	0,253
3	0,151	0,155	0,153	64,1	60,9	62,5	0,354	0,363	0,359
4	0,201	0,201	0,206	81,2	72,7	80,4	0,491	0,471	0,484
5	0,256	0,253	0,257	101,6	99,4	97	0,601	0,594	0,603
6	0,300	0,305	0,302	126,8	119,9	100,3	0,704	0,716	0,709
7	0,353	0,352	0,357	148,0	138,3	100	0,829	0,826	0,838
8	0,411	0,405	0,406	176,1	159,2	163,2	0,965	0,950	0,953

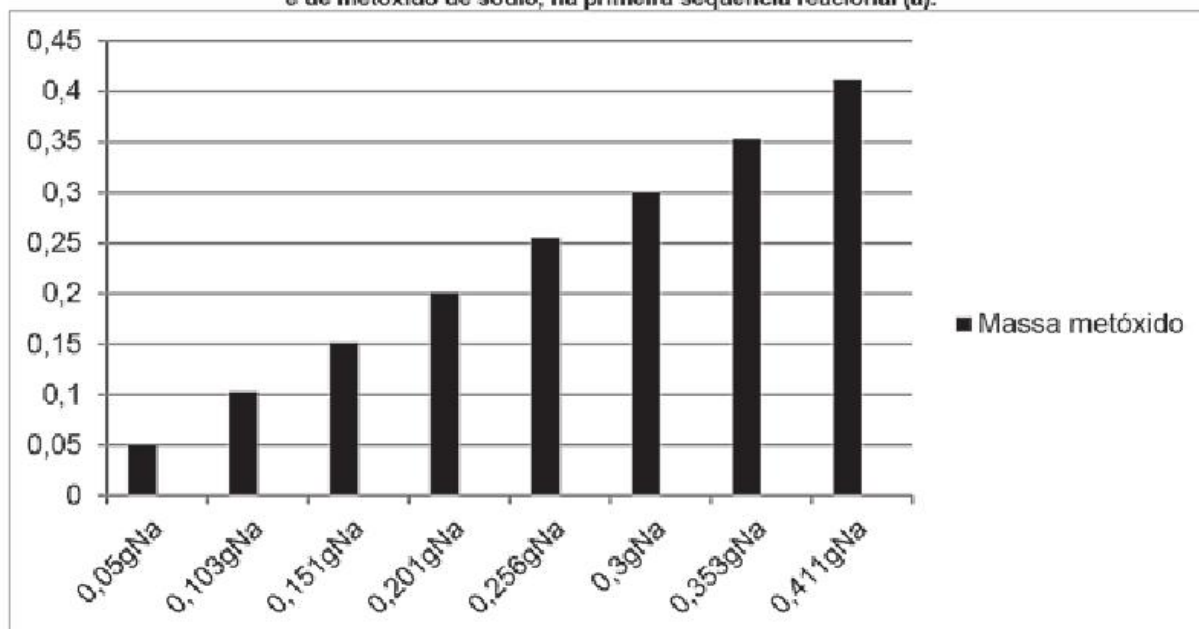
Fonte: Elaborada pelos autores

A tabela 2, representada acima, expressa os valores de massa de sódio metálico, metóxido de sódio e o volume de ácido clorídrico consumido em cada titulação para a determinação do metóxido de sódio, gerado nos oito experimentos envolvendo a reação do sódio metálico em metanol. Foram utilizadas massas crescentes de sódio metálico e cada uma das sequências reacionais tabeladas estão identificadas como **a**, **b** e **c**. Os rendimentos obtidos em cada um dos oito experimentos, de 1 a 8, semelhantemente ao já descrito para a reação anterior,

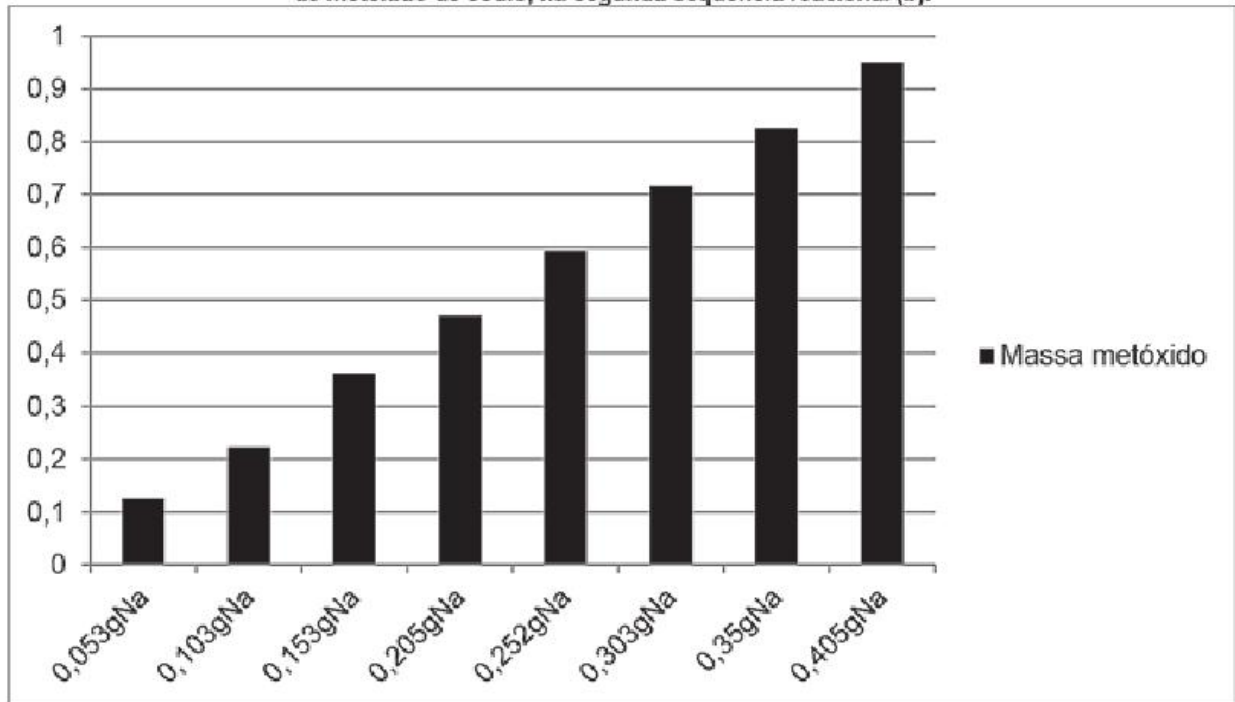
também foram acima de 91% em média.

A partir dos dados da tabela 2, foram avaliadas as proporcionalidades entre as massas de sódio metálico e de metóxido de sódio, bem como entre as massas de sódio e os volumes de HCl 0,1 mol/L consumidos no doseamento do metóxido de sódio. Os gráficos 9, 10 e 11 relacionam as massas de sódio e de metóxido de sódio, assim como os gráficos 12,13 e 14 relacionam a massa de sódio e o volume de HCl para cada uma das sequências reacionais, **a**, **b** e **c**.

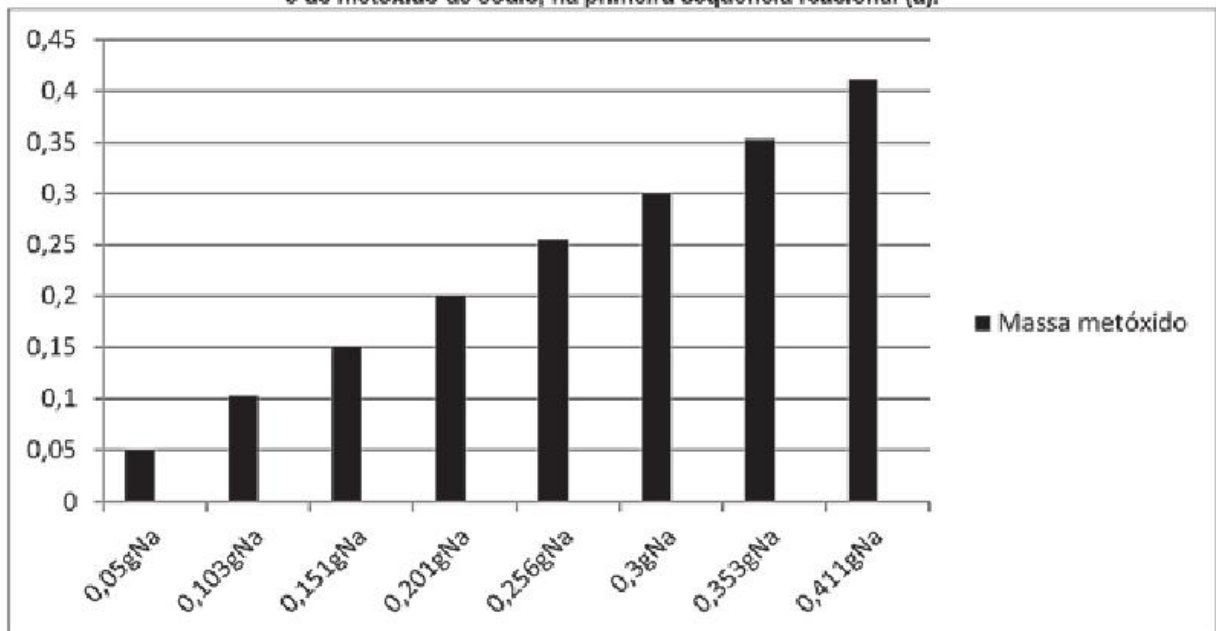
GRÁFICO 9 – Gráfico de correlação entre as massas de sódio e de metóxido de sódio, na primeira sequência reacional (a).



Fonte: elaborada pelos autores

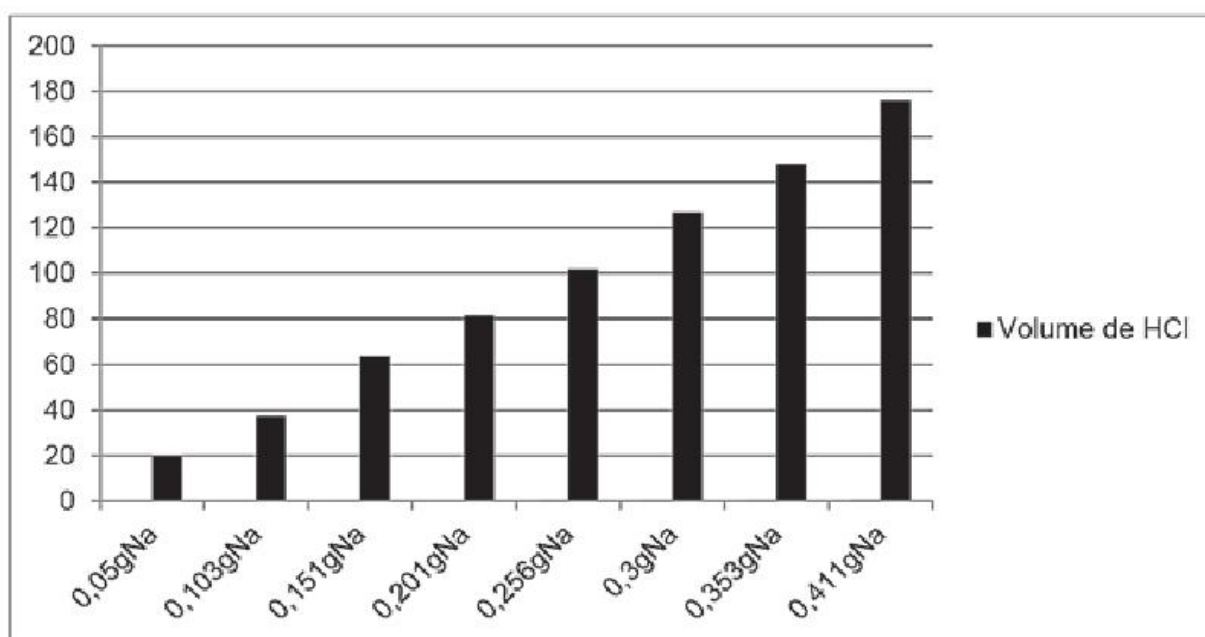
GRÁFICO 10 – Gráfico de correlação entre as massas de sódio e de metóxido de sódio, na segunda sequência reacional (b).

Fonte: elaborada pelos autores

FIGURA 11 – Gráfico de correlação entre as massas de sódio e de metóxido de sódio, na primeira sequência reacional (a).

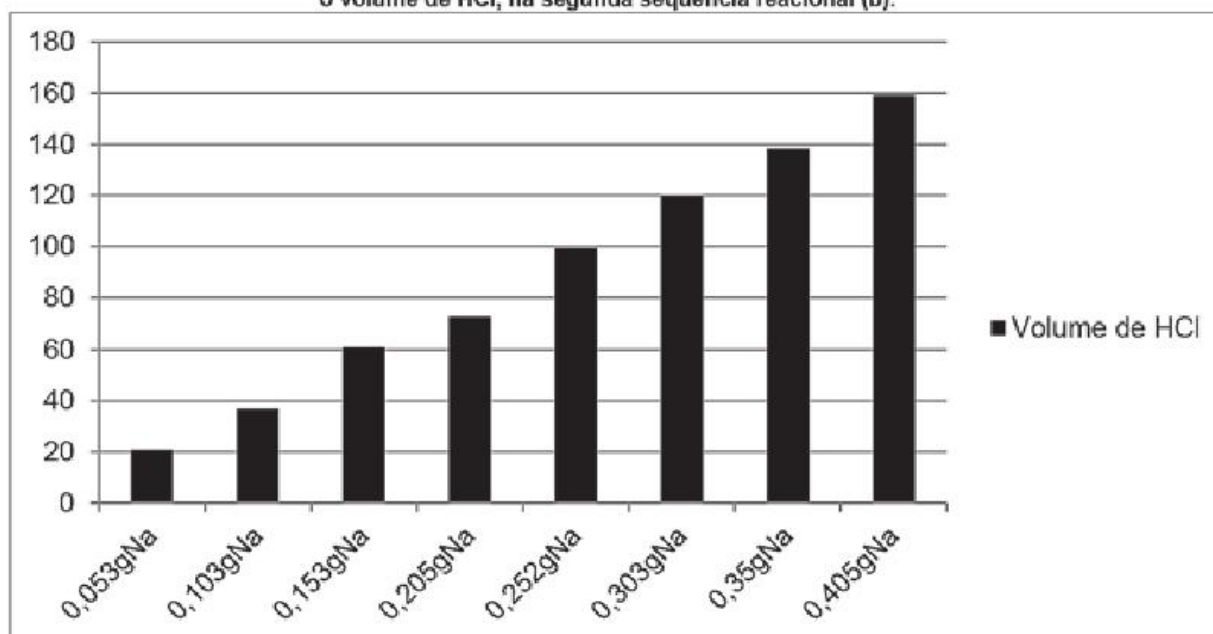
Fonte: elaborada pelos autores

GRÁFICO 12 – Gráfico de correlação entre a massa de sódio e o volume de HCl, na primeira sequência reacional (a).



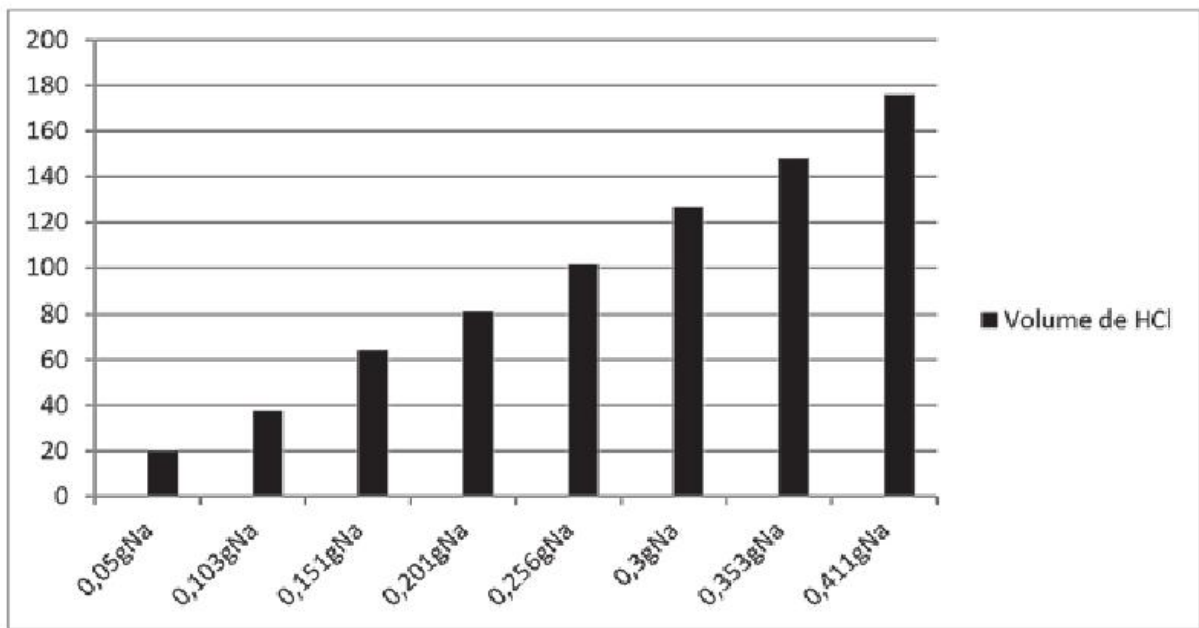
Fonte: elaborada pelos autores

GRÁFICO 13 – Gráfico de correlação entre a massa de sódio e o volume de HCl, na segunda sequência reacional (b).



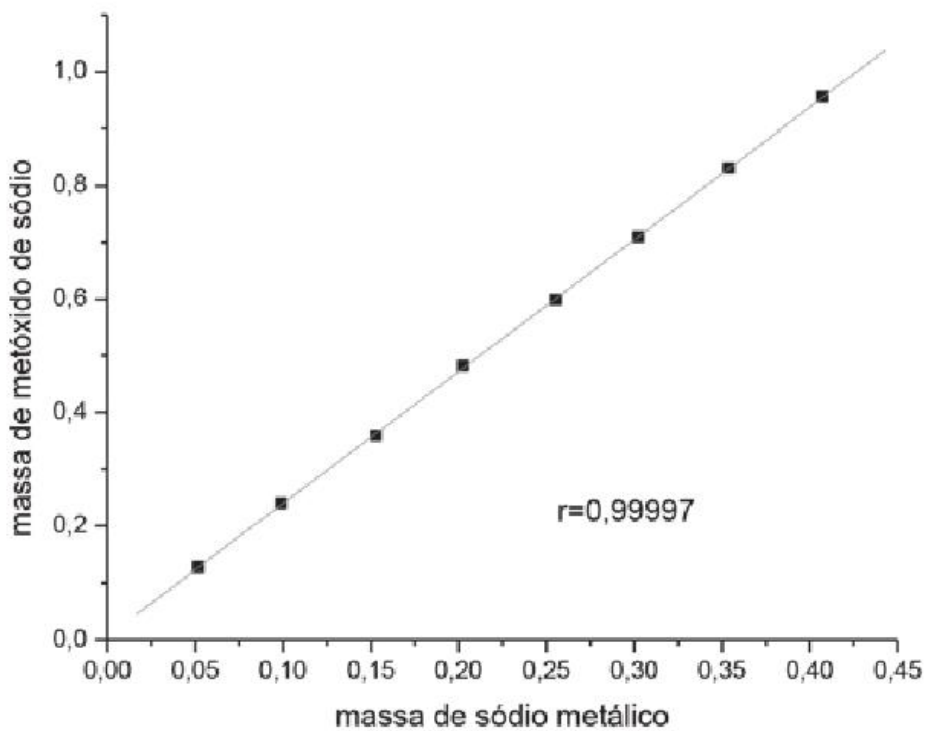
Fonte: elaborada pelos autores.

FIGURA 14 – Gráfico de correlação entre a massa de sódio e o volume de HCl, na primeira sequência reacional (a).



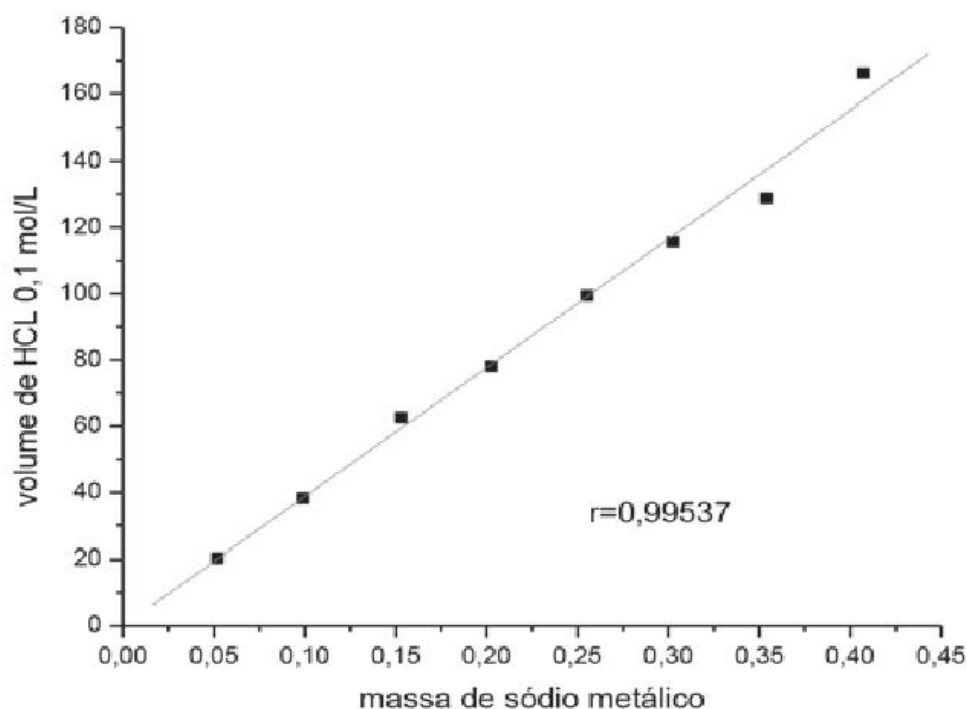
Fonte: elaborada pelos autores

GRÁFICO 15 – Gráfico otimizado para a correlação linear entre as massas de metóxido de sódio e de sódio metálico na reação sódio metálico e metanol



Fonte: elaborado pelos autores

GRÁFICO 16 – Gráfico otimizado para a correlação linear entre o volume de HCl e a massa de sódio metálico na reação sódio metálico e metanol



Fonte: elaborado pelos autores

Assim como na reação do sódio metálico em água, a reação deste em metanol também proporcionou a confirmação de linearidade a partir dos cálculos de correlação linear entre massas de sódio e metóxido de sódio e entre a massa de sódio e o volume de HCl. Na correlação massa-massa, os valores de r nas sequências reacionais **a**, **b** e **c** foram iguais a 0,99972, 1 e 0,9973 respectivamente. Nas correlações massa-volume, os valores de r nas mesmas sequências já descritas, foram iguais a 0,9986, 0,99902 e 0,95263. Ainda foram obtidos gráficos otimizados com os valores médios das sequências reacionais **a**, **b** e **c** para as massas de sódio e metóxido de sódio, gráfico 15, e também para a massa de sódio e o volume de HCl, gráfico 16. No gráfico 15, o valor de r foi igual a 0,99997, e no gráfico 16 o valor de r foi igual a 0,99537.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos propostos, os experimentos realizados permitiram comprovar experimentalmente a proporcionalidade existente entre reagentes e produtos em uma reação química balanceada. Em todos os experimentos, tanto a correlação massa-massa, quanto a correlação massa-volume se mostraram diretamente proporcionais para qualquer massa inicial utilizada dos reagentes. Os dados obtidos experimentalmente foram estatisticamente significativos quanto à linearidade.

Esta comprovação é confirmada pelos valores de coeficientes de correlação linear (r) calculados, em cada sequência reacional, e otimizados através das médias dos valores individuais, que foram superiores a 0,99 em todas as correlações propostas, exceto, na terceira sequência reacional do sódio metálico em metanol. Nesta sequência, a correlação linear r entre a massa de sódio reagente e o volume de HCl consumido no doseamento do metóxido de sódio foi igual a 0,95263. Como propostas experimentais a serem implementadas como metodologia ativa, as reações foram perfeitamente viáveis quanto à sua execução, desde que sejam respeitadas as normas básicas de segurança em laboratório.

REFERÊNCIAS

ALVES, V.S. *Suporte à percepção em Groupware Síncronos de Aprendizagem*. XXVII Simpósio de Informática na Educação (SBIE), Brasília, p.82-91, 2006.

ATKINS, P., JONES, L. *Chemistry: molecules, matter and change*. New York: Freeman and Company, 1998. 886p.

BRITO, R.F., PEREIRA, A.T.C. *Um estudo para ambientes colaborativos e suas ferramentas*. Em: CONAHPA – Congresso Nacional de Ambientes Hiperídia para Aprendizagem, 2004, Florianópolis: UFSC/CTC, v.1, 2004.

FERRAZ, A.P.C.M., BELHOT, R.V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, v.17, n.2, 421-431, 2010.

GEROSA, M.A. *Suporte à percepção em ambientes de aprendizagem colaborativa*, Laboratório de Engenharia de Software (LES), PUC-RIO, 2005.

LOPES, R.M., SILVA FILHO, M.V., MARSDEN, M., ALVES, N.G. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. *Química Nova*, v.34, n.7, 1275-1280, 2011.

MITRE, S.M., BATISTA, R.S., MENDONÇA, J.M.G., PINTO, N.M.M., MEIRELLES, C.A.B., PORTO, C.P., MOREIRA, T., HOFFMANN, L.M.A. Metodologias ativas de ensino aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.13, sup.2, 2133-2144, 2008.

SANTANA, C.A., CUNHA, N.L., SOARES, A.K.A. Avaliação discente sobre a metodologia de ensino baseado em problemas na disciplina de farmacologia.

Revista Brasileira de Farmácia, v.93, n.3, 337-340, 2012.

LUZ Junior, G.E.; SOUSA, S.A.; MOITA, G.C.; NETO, J.M.M. Química Geral Experimental: uma abordagem didática. *Química Nova*, v.27, n.1 164-168, 2004.

NOTAS

¹ Discentes do curso de Farmácia, alunos bolsistas do XIII Programa de Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.

² Discentes do curso de Farmácia, alunos voluntários do XIII Programa de Iniciação Científica do Centro Universitário Newton Paiva.

³ Professor Pesquisador e Coordenador do projeto, Docente do Centro Universitário Newton Paiva.