

# Applicability of cluster analysis to study the adequacy of Hydroelectrolytic Supplements for Athletes

Luciana Rossi\*  
Cristina Miyuki Horita\*\*

## Abstract

The supplement industry for athletes has accumulated increasing profit records for years. However, under the same name of the supplement class for athletes, there is in the market an immense range of products with different centesimal compositions. The prescription of Hydroelectrolytic Supplements for health and athletic performance is backed by national and international guidelines. However much less is known about the standardization of products available in the Brazilian market for effective nutritional prescription. The objective of the study was to evaluate the use of cluster analysis\*, patterns of similarity among the commercialized Hydroelectrolytic Supplements in the Brazilian market, and to verify in the face of Brazilian legislation its adequacy and impact for supplementary prescription. Hydroelectrolytic Supplements were purchased in stores and through an Internet search for websites. Data from the centesimal composition labels were organized for later use in the cluster analysis. From a total of 57 products two clusters were obtained with distinct centesimal composition, and a sub-sample of products presented less variability in their nutritional components and better adaptation to supplementary prescriptions directed to athletes' income and health. Thus, the evaluation of the centesimal composition of products for nutritional prescription purposes through statistical analysis tools was fundamental in view of the heterogeneity of products under the same designation and ergogenic basis.

**Keywords:** Dietary Supplements. Nutritional Recommendations. Legislation. Dehydration.

## INTRODUCTION

The food supplement industry showed an increase of 11% in sales with profits of over \$46 billion a year between 2011 and 2012<sup>1</sup>. The National Agency of Sanitary Surveillance (ANVISA) through the RDC no. 18/2010 provides food for athletes<sup>2</sup>, and Section I states that the purpose of the regulation is to establish the classification, designation, composition and labeling requirements of athletes' food. Athletes practicing physical exercise with maximum specialization and performance, aiming to participate in sports with intense muscular effort, should understand that the specially formulated foods discussed in the resolution serve to help them meet their specific needs and exercise performance<sup>2</sup>.

Although ANVISA does not regulate nutritional practice and supplementation prescription activity, it is clear that the release of these types of food by this entity was based on the consensus of experts, from a wide range of areas, based upon studies of income in the population of athletes; therefore, having a dubious effect when applied to sportsmen for recreational, health or even aesthetic practice<sup>8,9</sup>.

Participation in sports exposes individuals to a variety of factors that influence the amount of water lost by sweat; these include duration and intensity of exercise, environmental conditions and the type of clothing/equipment used, as well as individual characteristics such as body weight, genetic predisposition, acclimatization

DOI: 10.15343/0104-7809.201740A419432

\* GNEW – Grupo Nutrição Esportiva em Wellness – Centro Universitário São Camilo – São Paulo – SP – Brasil.

\*\* Centro Universitário São Camilo – São Paulo – SP – Brasil.

E-mail: lrossi@usp.br

status and metabolic efficiency<sup>3,10</sup>.

Thus, there is a wide variation in the rate of sweating and total sweat loss between individuals and between types of sports, and in some cases for the same type of event<sup>4</sup>. For example, elite marathon runners may have higher rates of sweating, but with total sweat loss similar to recreational runners who finish the race in the final peloton.

Sweat Electrolytes lost through sweating are related to their concentration in the sweat, which depend on total sweat production, genetic predisposition, diet, sweating rate, acclimatization status.

On average, the loss of electrolytes in sweat would be 35 mEq.L<sup>-1</sup> (10 - 70 mEq.L<sup>-1</sup>) of sodium, 5 mEq.L<sup>-1</sup> (3 - 15 mEq.L<sup>-1</sup>) of potassium, 1 mEq.L<sup>-1</sup> (0.3 - 2 mEq.L<sup>-1</sup>) of calcium, 0.8

mEq.L<sup>-1</sup> (0.2 - 1.5 mEq.L<sup>-1</sup>) of magnesium, and 30 mEq.L<sup>-1</sup> (5 - 60 mEq.L<sup>-1</sup>) of chloride<sup>3,11,5</sup>. Hydroelectrolytic supplements (HS) are products intended to aid in hydration, and must meet specific requirements determined by ANVISA<sup>2</sup>, but under the same designation and hydration objectives, supplements with a great variability in their centesimal composition are marketed, which requires prior knowledge of their formulations for a better proposal of supplementary prescription for performance of athletes<sup>8,14</sup>.

The objective of this study was to evaluate the adequacy of the Hydroelectrolytic Supplements against the compliance of the Brazilian legislation pertinent to Food for Athletes, as well as its impact on the prescription and ingestion by physically active individuals, notably athletes.

## CASUISTRY

The sources of collection consisted of the direct purchase of Hydroelectrolytic Supplements commercialized in the stores of the city of São Paulo (supermarkets, pharmacies, supplementation stores, convenience stores, etc.); as well as searching the internet in different companies' websites, since it is a channel to easily access the consumer by promoting technical material, advertising information, selling and/or distribution of food supplements<sup>1</sup>. Afterwards, information was recorded on the labels of products related to the commercial name, company and centesimal composition of the following nutritional components: calories (kcal), carbohydrates (g), sodium (mg), and potassium (mg).

Due to their absence, in the vast majority of products, the registration of other components such as vitamins and minerals were not integrated into the statistical analysis.

In total, information was obtained from n = 85 Hydroelectrolytic Supplements from 19 different companies; selection criteria were applied, and n=28 were excluded for not presenting declared quantities of potassium (n = 2) and chloride (n = 26). For the final analysis,

n = 57 Hydroelectrolytic Supplements from 13 different companies were included.

The results were presented in the descriptive statistics of the products referring to values of central tendency (mean) and variability, like standard deviation (SD), coefficient of variation, given by the formula  $CV = (\text{standard deviation} / \text{mean}) \times 100$ , minimum and maximum values<sup>6</sup>. The data of the centesimal composition of the Hydroelectrolytic Supplements were submitted to cluster analysis using the R (*R Development Core Team*, 2011) statistical program. While analyzing grouped clusters, the similarity between two samples can be expressed as a function of the distance between two representative points of this sample in n-dimensional space.

Therefore, the smaller the distance between the points, the greater the similarity is between the samples; and the dendograms obtained are especially useful in visualizing the similarities. Dendograms or hierarchical trees are subdivisions of groups that form a "partition" into smaller or larger groups, in order to create a complete hierarchical structure of that data group<sup>7</sup>.

## RESULTS

From the total of Hydroelectrolytic Supplements (n = 57), the products on average had 21.9 ± 5.2 kcal, and the average amounts for carbohydrates were 5.4 ± 1.3 g; for sodium 41.2 ± 10.7 mg; for potassium 13.9 ± 5.1 mg, and for chloride 50.5 ± 13.5 mg. The values of the coefficients of variation, in descending order, were as follows for nutrients: potassium (36.6%), chloride (26.7%), sodium (25.9%) and carbohydrates (23.9%) (Table 1).

From the cluster analysis (Figure 1), we can see two 1st order clusters among the Hydroelectrolytic Supplements, designated as Cluster 1, with n = 12 products; and Cluster 2 with n = 45 products.

Table 2 shows the descriptive statistics of the Cluster 1 products. It can be observed that the n = 15 Hydroelectrolytic Supplements of this subcategory had an average energy value of 21.6 ± 5.4 kcal, with a minimum value of 15.5 and maximum of 26.7 kcal for a coefficient of variation of 25%. For the nutrients, the mean

values for carbohydrates were 5.3 ± 1.4 g; for sodium 48.2 ± 2.2 mg; for potassium 12.6 ± 0.5 mg, and for chloride 74.0 ± 6.3 mg.

The values of the coefficients of variation, in descending order, were as follows for the nutrients: carbohydrates (27.2%), chloride (8.5%), sodium (4.6%) and potassium (4.1%).

Table 3 presents the descriptive statistics of the products of Cluster 2. It can be observed that the n = 45 Hydroelectrolytic Supplements of this subcategory had an average energy value of 22.0 ± 5.2 kcal, with a minimum value of 11.0 and a maximum value of 31.0 kcal for a coefficient of variation of 23.8%. For the nutrients, the mean values for carbohydrates were 5.4 ± 1.3 g; for sodium 39.3 ± 11.2 mg; for potassium 14.3 ± 5.7, and for chloride 44.3 ± 5.7 mg.

The values of the coefficients of variation, in descending order, were as follows for the nutrients: potassium (39.9%), sodium (28.6%), carbohydrates (23.3%), chloride (13.0%).

**Table 1** – Centesimal Composition Data of Hydroelectrolytic Supplements. São Paulo, 2017.

Products (n=57)	Calories (kcal)	Carbohydrates (g)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Chloride (mg)
<b>Average</b>	21.9	5.4	41.2	13.9	50.5
<b>SD</b>	5.2	1.3	10.7	5.1	13.5
<b>CV</b>	23.9	23.9	25.9	36.6	26.7
<b>Minimum</b>	11.0	2.8	18.5	6.0	29.0
<b>Maximum</b>	31.0	7.5	50.0	25.0	81.0

Legend: SD (standard deviation); CV (coefficient of variation).



Figure 1 – Dendrogram of cluster analysis of Hydroelectrolytic Supplements. São Paulo, 2017.

**Tabela 2** – Centesimal Composition Data of Hydroelectrolytic Supplements belonging to *Cluster 1*. São Paulo, 2017.

Products (n=12)	Calories (kcal)	Carbohydrates (g)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Chloride (mg)
<b>Average</b>	21.6	5.3	48.2	12.6	74.0
<b>SD</b>	5.4	1.4	2.2	0.5	6.3
<b>CV</b>	25.0	27.2	4.6	4.1	8.5
<b>Minimum</b>	15.5	3.7	45.3	12.1	67.8
<b>Maximum</b>	26.7	6.7	50.0	13.4	81.0

Legend: SD (standard deviation); CV (coefficient of variation).

**Table 3** – Centesimal Composition Data of Hydroelectrolytic Supplements belonging to *Cluster 2*. São Paulo, 2017.

Products (n=45)	Calories (kcal)	Carbohydrates (g)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Chloride (mg)
<b>Average</b>	22.0	5.4	39.3	14.3	44.3
<b>SD</b>	5.2	1.3	11.2	5.7	5.7
<b>CV</b>	23.8	23.3	28.6	39.9	13.0
<b>Minimum</b>	11.0	2.8	18.5	6.0	29.0
<b>Maximum</b>	31.0	7.5	49.0	25.0	50.0

Legend: SD (standard deviation); CV (coefficient of variation).

## DISCUSSION

From the results of the centesimal composition analysis of the Hydroelectrolytic Supplements (n = 57), it was confirmed that there is a wide range of products under this designation with great variability in electrolytes (potassium, chloride and sodium) and

carbohydrates; the data is consistent with the international literature<sup>8,10</sup>.

When confronted with the recommended values, for these supplements by the resolution of ANVISA<sup>2</sup>, there are indications of non-conformity of some products available in

the market. The carbohydrate concentration, although meeting the requirements of up to 8%<sup>2</sup>, varied widely between 2.8 and 7.5%. As for the sodium concentrations, the average value found in the products was  $41.2 \pm 10.7$  mg/100 mL, being outside the proposed marketing requirement, between 46.0 and 115.0 mg/100 mL. From the labeling information it was found that  $n = 17$  Hydroelectrolytic Supplements, coming from 4 different brands, are below the required minimum value.

For the amount of potassium, of which up to 70 mg/100 mL can be added to the HS, a wide variation was observed, being between 6 and 25 mg/100 mL, but all according to the recommendations<sup>2</sup>.

In relation to *Cluster 1*, the results of the products' composition demonstrate greater homogeneity in the centesimal composition in comparison to the average values of the total sample of Hydroelectrolytic Supplements. Although the HS subgroup of *Cluster 1* varies in carbohydrate concentrations, between 3.7 and 6.7 g/100 mL, they have greater homogeneity and adequacy in the composition requirements pertinent to the analyzed electrolytes. Regarding sodium concentration, as required by ANVISA<sup>2</sup>, this cluster is better suited to meet the requirements for its commercialization in Brazil, with only one non-compliant brand being found.

*Cluster 2*, where 3 times more products were grouped than in *Cluster 1*, reflects a similarity of mean values of centesimal composition in relation to the total sample of Hydroelectrolytic Supplements. *Cluster 2* shows great variability in carbohydrate concentrations, from 2.8 to 7.5 g/100 mL, and is much higher in its electrolytic composition. Regarding the sodium concentrations, there are 3 marks, represented by 13 supplements, which are non-compliant with the minimum values required<sup>2</sup>.

In order to evaluate the impact of the average centesimal composition of the products of *Clusters 1* and *2*, in the prescription of hydroelectrolytic supplementation, the water replacement guidelines contained in the Brazilian Society of Sports Medicine (SBME) Directive<sup>11</sup> were used.

According to this document, "*in prolonged exercises that exceed one hour in duration, it*

*is recommended to drink liquids containing 0.5 to 0.7 g<sup>l</sup> (20 to 30 mEq.l<sup>l</sup>) sodium, which corresponds to similar concentration or even inferior to that of the sweat of an adult individual, a recommendation to be studied case by case when the exercise is of high intensity and for some modalities, even if in a shorter duration."* In the case of *Cluster 1* products, the sodium replacement would be on average 0.48 g<sup>l</sup> or 21.0 mEq.l<sup>l</sup>, and for *Cluster 2* of 0.39 g<sup>l</sup> or 17.0 mEq.l<sup>l</sup>. The loss of sweat sodium in an adult is around 40 mEq./L<sup>2,5,11</sup>.

Our results indicate that the inadequacy of sodium intake could be higher in the case of some of the products in *Cluster 2* and lower in *Cluster 1*. The main risk of sodium loss by sweating and consequent water replacement with sodium-free or low-sodium liquids, especially in prolonged events, would result in hyponatremia, which may be manifested by apathy, nausea, vomiting, altered consciousness and convulsions among other neurological manifestations<sup>11</sup>, for this reason different protocols and strategies for supplementary water replacement are studied<sup>10,12,13</sup>.

For the carbohydrate concentration, the guideline states that "*the necessary replacement of carbohydrates to maintain glycemia and delay fatigue is 30 to 60g per hour, with a concentration of 4 to 8g/deciliter. Even with the combined use of several carbohydrates, your intake should not exceed 80g/hr.*" For the *Cluster 1* supplements, the maximum carbohydrate concentration was 6.7%, with a supply of 53 g.l<sup>l</sup>.h<sup>l</sup>. For *Cluster 2*, the maximum carbohydrate concentration was 7.5%, with a supply of 54 g.l<sup>l</sup>.h<sup>l</sup>. The supplements belonging to both clusters were considered as adequate according to the proposed guidelines.

The importance of cluster analysis was observed, in that it extracted a sub-sample (*Cluster 1*) with homogeneous and more compatible characteristics with the marketing requirements recommended by ANVISA<sup>2</sup> and applicable to the Guidelines of the Brazilian Society of Sports Medicine<sup>11</sup>, than the total and other sub samples of Hydroelectrolytic Supplements available in the market. Such results would not be achieved through the descriptive statistics of the data of the total sample of Hydroelectrolytic Supplements.

## CONCLUSION

The impact on the prescription of Hydroelectrolytic Supplements, from the appropriation of data analysis tools, separating more homogenous samples of supplements available in the market is fundamental, considering the amplitude of this class of products that conjugate a variety of formulations under the same ergogenic designation and objectives. The understanding of differences in centesimal composition, with its peculiarities, impacts the nutritional orientation of physically active individuals, as well as the equivalent choices with the purpose of reaching efficiency and health and potential risks, therefore, contributes to the improvement in quality of life, health, and productivity.

## REFERENCES

1. Silva LFM, Ferreira KS. Segurança alimentar de suplementos comercializados no Brasil. *Rev Bras Med Esporte*. 2014; 20(5):374-378.
2. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária): RDC nº 18/2010 que dispõe sobre alimentos para atletas. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/52bee2804745886b91ffd53fbc4c6735/RDC\\_18\\_2010.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/52bee2804745886b91ffd53fbc4c6735/RDC_18_2010.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em 07 de nov. 2016.
3. ACSM (American College of Sports Medicine). Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(2):377-90.
4. Rossi L. *Nutrição em academia do fitness ao wellness*. 1a. ed. São Paulo: Roca, 2013.
5. Casa DJ, Armstrong JE, Hillman SK, Rich BSE, Roberts WO, Stone JA. National Athletic Trainer's Association Position Statement: fluid replacement for athletes. *J Athl Train*. 2000; 35(2):212-214.
6. DeGroot MH. *Probability and statistics*. 2nd ed. Addison-Wesley Pub. Co.1986. 723p.
7. Neto JMM, Moita GC. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. *Química Nova*. São Paulo, v.21, n.4, p.467-469, 1998.
8. Coombes JS, Hamilton KL. The effectiveness of commercially available sports drinks. *Sports Med* 2000; 29(3):181-209.
9. Cavalcanti AL, Xavier AFC, Souto RQ, Oliveira MC, Santos JA, Vieira FF. Avaliação in vitro do potencial erosivo de bebidas isotônicas. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(6):455-8.
10. Hill RJ, Bluck LJC, Davies PSW. The hydration ability of three commercially available sports drinks and water. *J Sci Med Sport* 2008; 11(2):116-23.
11. SBME (Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para saúde. *Rev Bras Med Esporte*. 2009; 15(3):3-12.
12. Bolzan SS, Castiglione TFB, Rossi L. Efeitos da reposição hídrica com água de coco sobre o rendimento de praticantes de spinning. *Mundo da Saúde* 2013; 37(3):336-42.
13. Rossi L, Cardoso MS, Torres H, Casalenovo VR. Heat stress and dehydration in kendo. *J Sports Med Phys Fitness* 2011; 51(2):603-8.
14. Rowlands DS, Bonetti DL, Hopkins WG. Unilateral fluid absorption and effects on peak power after ingestion of commercially available hypotonic, isotonic, and hypertonic sports drinks. *Int J Sports Nutr Exerc Metabol* 2011; 21 (6):480-491.

# Aplicabilidade da análise de cluster para estudo da adequação de Suplementos Hidroeletrólíticos para Atletas

Luciana Rossi\*  
Cristina Miyuki Horita\*\*

426

## Resumo

A indústria de suplementos para atletas tem anualmente acumulado recordes crescentes de faturamento. Entretanto, sob a mesma denominação de classe de suplementos para atletas, há no mercado uma gama imensa de produtos com diferente composição centesimal. A prescrição de Suplementos Hidroeletrólíticos para saúde e rendimento de atletas é respaldada por diretrizes nacionais e internacionais. Porém muito menos se sabe sobre a padronização dos produtos disponíveis no mercado brasileiro para efetiva prescrição nutricional. O objetivo do estudo foi avaliar empregando-se a análise de cluster\*, padrões de similaridade entre os Suplementos Hidroeletrólíticos comercializados no mercado brasileiro, e verificar frente à legislação brasileira sua adequação e impacto para prescrição suplementar. Foram adquiridos Suplementos Hidroeletrólíticos no varejo e através de busca pela internet pelos websites. Dados dos rótulos referentes à composição centesimal foram organizados para posterior emprego da análise de cluster. Do total de 57 produtos obteve-se dois clusteres com composição centesimal distintas, sendo que uma sub amostra de produtos apresentou tanto menor variabilidade nos seus componentes nutricionais quanto melhor adequação para prescrições suplementares direcionadas ao rendimento e saúde dos atletas. Assim, a avaliação da composição centesimal dos produtos para finalidade de prescrição nutricional através de ferramentas de análise estatística foi fundamental tendo em vista a heterogeneidade de produtos sob a mesma designação e fundamentação ergogênica.

**Palavras-chave:** Suplementos Dietéticos. Recomendações Nutricionais. Legislação. Desidratação.

## INTRODUÇÃO

A indústria de suplementos alimentares apresentou entre os anos de 2011 e 2012, crescimento de 11% nas vendas com lucro superior a 46 bilhões de dólares/ano<sup>1</sup> A agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) através da RDC no. 18/2010 dispõe sobre alimentos para atletas<sup>2</sup>, e na Seção I declara que o objetivo do regulamento é estabelecer a classificação, a designação, os requisitos de composição e de rotulagem dos alimentos para atletas. Entendendo por atletas praticantes de exercício físico com especialização e desempenho máximos, com o objetivo de participação em esporte com esforço muscular intenso, cujos alimentos especialmente formulados discutidos na resolução sirvam para auxiliá-los a atender suas necessidades

específicas e de desempenho do exercício<sup>2</sup>. Embora a ANVISA não regule a prática nutricional e a atividade de prescrição de suplementos, fica claro que a liberação destes alimentos por parte desta entidade foi baseada no consenso de especialistas, das mais diversas áreas, baseando-se em estudos de rendimento em população de atletas tendo, portanto, um efeito duvidoso quando aplicado a desportistas com objeto de prática recreacional, saúde ou mesmo estética<sup>8,9</sup>.

A participação em atividades esportivas expõe os indivíduos a uma variedade de fatores que influenciam a quantidade de água eliminada pelo suor; estes incluem a duração e a intensidade do exercício, as condições ambientais e o tipo de roupas/equipamentos

DOI: 10.15343/0104-7809.201740A419432

\* GNEW – Grupo Nutrição Esportiva em Wellness – Centro Universitário São Camilo – São Paulo – SP – Brasil.

\*\* Centro Universitário São Camilo – São Paulo – SP – Brasil.

E-mail: lrossi@usp.br



utilizados, além das características individuais, como o peso corporal, a predisposição genética, e a eficiência metabólica<sup>3,10</sup>.

Desta forma, há uma ampla variação na taxa de sudorese e na perda total de suor entre os indivíduos e entre os tipos de esportes, e em alguns casos para o mesmo tipo de evento<sup>4</sup>. Como exemplo, maratonistas de elite podem ter maiores taxas de sudorese, porém com perda total de suor semelhante a corredores recreacionais que terminam a prova no último pelotão.

As perdas de eletrólitos pelo suor estão relacionadas à sua concentração no mesmo, que dependem da produção total de suor, predisposição genética, dieta, taxa de sudorese e estado de aclimatização. Em média a perda de eletrólitos no suor, seria para o sódio de 35 mEq.L<sup>-1</sup> (10 - 70 mEq.L<sup>-1</sup>), potássio de 5 mEq.L<sup>-1</sup> (3 - 15 mEq.L<sup>-1</sup>), cálcio de 1 mEq.L<sup>-1</sup>

(0,3 - 2 mEq.L<sup>-1</sup>), magnésio de 0,8 mEq.L<sup>-1</sup> (0,2 - 1,5 mEq.L<sup>-1</sup>) e cloreto de 30 mEq.L<sup>-1</sup> (5 - 60 mEq.L<sup>-1</sup>)<sup>3,11,5</sup>. Os suplementos hidroeletrólíticos (SH) são produtos destinados a auxiliar a hidratação, e devem atender a requisitos específicos determinados pela ANVISA<sup>2</sup>, porém sob a mesma denominação e objetivos de hidratação, são comercializados suplementos com grande variabilidade na composição centesimal, o que exige conhecimento prévio destas formulações para melhor proposta de prescrição suplementar para rendimento de atletas<sup>8,14</sup>.

O objetivo do trabalho foi avaliar a adequação dos Suplementos Hidroeletrólíticos frente à conformidade da legislação brasileira pertinente a Alimentos para Atletas, quanto do seu impacto na prescrição e ingestão por indivíduos fisicamente ativos, notadamente atletas.

## CASUÍSTICA

As fontes de coleta consistiram na aquisição direta de Suplementos Hidroeletrólíticos comercializados no varejo da cidade de São Paulo (supermercados, farmácias, lojas de suplementos, conveniência etc); assim como busca pela *internet*, em diferentes *websites* das empresas, por se tratar de um canal de acesso fácil ao consumidor pela promoção de material técnico, informações publicitárias, venda e/ou distribuição de suplementos alimentares<sup>1</sup>. Após, foram registradas informações presentes nos rótulos dos produtos relacionadas ao nome comercial, empresa e composição centesimal dos seguintes componentes nutricionais: calorias (kcal), carboidratos (g), sódio (mg) e potássio (mg). Devido à ausência, na grande maioria dos produtos, de registro de outros componentes como vitaminas e minerais estes não foram integrados à análise estatística.

No total foram obtidas informações de n=85 Suplementos Hidroeletrólíticos de 19 diferentes empresas; aplicadas as regras de seleção, foram excluídos n=28, por não apresentarem declaradas as quantidades de potássio (n= 2) e cloreto (n= 26). Para a análise final foram incluídos n= 57 Suplementos Hidroeletrólíticos

provenientes de 13 diferentes empresas.

A apresentação dos resultados consistiu na estatística descritiva dos produtos referentes aos valores de tendência central (média) e variabilidade, como desvio padrão (DP), coeficiente de variação, dado pela fórmula  $CV = (\text{desvio padrão}/\text{média}) \times 100$ , valores mínimos e máximos<sup>6</sup>. Os dados da composição centesimal dos Suplementos Hidroeletrólíticos foram submetidos a análise de *cluster*, empregando-se o programa estatístico R (R *Development Core Team*, 2011).

Na análise de grupamentos por *cluster* a similaridade entre duas amostras pode ser expressa como uma função da distância entre dois pontos representativos desta amostra no espaço n-dimensional; assim quanto menor a distância entre os pontos, maior a semelhança entre as amostras, sendo que os dendogramas obtidos são especialmente úteis na visualização das semelhanças.

Os dendogramas ou árvores hierárquicas são subdivisões de grupos que formam uma "partição" em grupos menores ou maiores, de forma a criar uma estrutura hierárquica completa daquele grupo de dados<sup>7</sup>.

## RESULTADOS

Do total de Suplementos Hidroeletrólíticos (n=57) constatou-se que os produtos em média possuíam  $21,9 \pm 5,2$  kcal, para quantidades médias de carboidratos de  $5,4 \pm 1,3$  g; sódio de  $41,2 \pm 10,7$  mg; potássio  $13,9 \pm 5,1$  mg e cloreto de  $50,5 \pm 13,5$  mg. Os valores dos coeficientes de variação, em ordem decrescente, foram os seguintes para os nutrientes: potássio (36,6%), cloreto (26,7%), sódio (25,9%) e carboidratos (23,9%) (Tabela 1).

A partir da análise de *cluster* (Figura 1), pode-se constatar dois agrupamentos de 1ª ordem entre os Suplementos Hidroeletrólíticos, denominados de Cluster 1, com n=12; e Cluster 2 com n = 45 produtos.

Na Tabela 2 é apresentada a estatística descritiva dos produtos *Cluster 1*. Observa-se que os n= 15 Suplementos Hidroeletrólíticos desta subcategoria, apresentaram valor médio de energia de  $21,6 \pm 5,4$  kcal, sendo constatados valores mínimo de 15,5 e máximo 26,7 kcal para um coeficiente de variação de 25%. Para os nutrientes, os valores médios para os carboidratos foram

$5,3 \pm 1,4$  g; de sódio de  $48,2 \pm 2,2$  mg; de potássio  $12,6 \pm 0,5$  mg e cloreto de  $74,0 \pm 6,3$  mg.

Os valores dos coeficientes de variação, em ordem decrescente, foram os seguintes para os nutrientes: carboidratos (27,2%), cloreto (8,5%), sódio (4,6%) e potássio (4,1%).

Na Tabela 3 é apresentada a estatística descritiva dos produtos do *cluster 2*. Observa-se que os n= 45 Suplementos Hidroeletrólíticos desta subcategoria, apresentaram valor médio de energia de  $22,0 \pm 5,2$  kcal, sendo constatados valores mínimo de 11,0 e o máximo 31,0 kcal para um coeficiente de variação de 23,8%. Para os nutrientes, os valores médios de carboidratos foram de  $5,4 \pm 1,3$  g; de sódio de  $39,3 \pm 11,2$  mg; de potássio de  $14,3 \pm 5,7$  e cloreto de  $44,3 \pm 5,7$  mg.

Os valores dos coeficientes de variação, em ordem decrescente, foram os seguintes para os nutrientes: potássio (39,9%), sódio (28,6%), carboidratos (23,3%), cloreto (13,0%).

**Tabela 1** – Dados de Composição Centesimal dos Suplementos Hidroeletrólíticos. São Paulo, 2017.

Produtos (n=57)	Calorias (kcal)	Carboidratos (g)	Sódio (mg)	Potássio (mg)	Cloreto (mg)
<b>Média</b>	21,9	5,4	41,2	13,9	50,5
<b>DP</b>	5,2	1,3	10,7	5,1	13,5
<b>CV</b>	23,9	23,9	25,9	36,6	26,7
<b>Mínimo</b>	11,0	2,8	18,5	6,0	29,0
<b>Máximo</b>	31,0	7,5	50,0	25,0	81,0

Legenda: DP (desvio padrão); CV (coeficiente de variação).

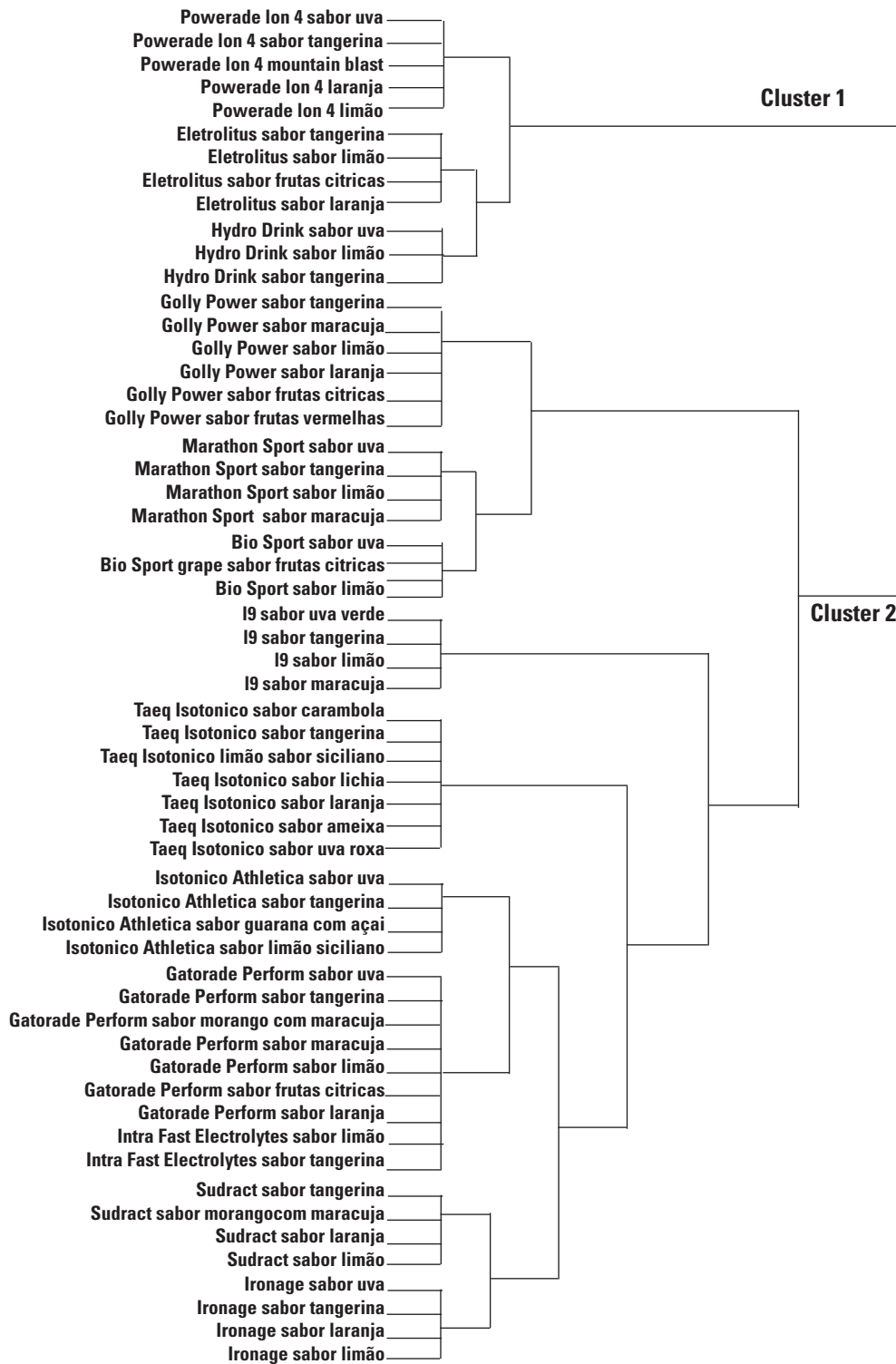


Figura 1 – Dendograma da análise de *cluster* de Suplementos Hidroeletrólíticos. São Paulo, 2017.

**Tabela 2** – Dados de Composição Centesimal dos Suplementos Hidroeletrolíticos pertencentes ao *cluster* 1. São Paulo, 2017.

Produtos (n=12)	Calorias (kcal)	Carboidratos (g)	Sódio (mg)	Potássio (mg)	Cloreto (mg)
<b>Média</b>	21,6	5,3	48,2	12,6	74,0
<b>DP</b>	5,4	1,4	2,2	0,5	6,3
<b>CV</b>	25,0	27,2	4,6	4,1	8,5
<b>Mínimo</b>	15,5	3,7	45,3	12,1	67,8
<b>Máximo</b>	26,7	6,7	50,0	13,4	81,0

Legenda: DP (desvio padrão); CV (coeficiente de variação).

**Tabela 3** – Dados de Composição Centesimal dos Suplementos Hidroeletrolíticos pertencentes ao *cluster* 1. São Paulo, 2017.

Produtos (n=45)	Calorias (kcal)	Carboidratos (g)	Sódio (mg)	Potássio (mg)	Cloreto (mg)
<b>Média</b>	22,0	5,4	39,3	14,3	44,3
<b>DP</b>	5,2	1,3	11,2	5,7	5,7
<b>CV</b>	23,8	23,3	28,6	39,9	13,0
<b>Mínimo</b>	11,0	2,8	18,5	6,0	29,0
<b>Máximo</b>	31,0	7,5	49,0	25,0	50,0

Legenda: DP (desvio padrão); CV (coeficiente de variação).

## DISCUSSÃO

A partir dos resultados da análise da Hidroeletrolíticos (n=57), confirmou-se que sob composição centesimal dos Suplementos esta denominação se encontra no mercado

uma ampla gama de produtos com grande variabilidade nos eletrólitos (potássio, cloreto e sódio) e carboidratos, dados concordantes com a literatura internacional<sup>8,10</sup>. Quando confrontados aos valores preconizados, para estes suplementos pela resolução da ANVISA<sup>2</sup>, há indícios de não conformidade de alguns produtos disponíveis do mercado. A concentração de carboidratos, apesar de estar de acordo com o exigido de até 8%<sup>2</sup>, variou amplamente entre 2,8 a 7,5%; já quanto as concentrações de sódio o valor médio encontrado nos produtos foi de  $41,2 \pm 10,7$  mg/100 mL, estando fora do requisito proposto de comercialização, entre 46,0 a 115,0 mg/100 mL. Constatou-se pelas informações de rotulagem que n= 17 Suplementos Hidroeletrólíticos, provenientes de 4 marcas diferentes encontram-se abaixo do valor mínimo requerido. Para a quantidade de potássio, que pode ser adicionado ao SH até 70 mg/100 mL, constatou-se ampla variação, entre 6 a 25 mg/100 mL, porém todos de acordo com o preconizado<sup>2</sup>.

Em relação ao *cluster 1*, os resultados da composição dos produtos demonstram maior homogeneidade na composição centesimal em comparação aos valores médios da amostra total de Suplementos Hidroeletrólíticos. Embora o subgrupo SH do *cluster 1* possuam variabilidade na concentração de carboidratos, entre 3,7 a 6,7g/100 mL, estes possuem maior homogeneidade e adequação nos requisitos de composição pertinentes aos eletrólitos analisados. No tocante à concentração de sódio, conforme exigido pela ANVISA<sup>2</sup>, este *cluster* apresenta maior adequação aos requisitos para sua comercialização no Brasil, sendo que apenas 1 marca se encontra em não conformidade.

No *cluster 2*, onde se agruparam 3 vezes mais produtos do que no *cluster 1*, estes refletem uma similaridade de valores médios de composição centesimal em relação a amostra total de Suplementos Hidroeletrólíticos. O *cluster 2*, apresenta grande variabilidade na concentração de carboidrato, de 2,8 a 7,5g/100 mL, e muito maior na composição eletrólítica. Quanto as concentrações de sódio, há 3 marcas, representadas por 13 suplementos, que apresentam não conformidade em relação aos

valores mínimos exigidos<sup>2</sup>.

Com intuito de avaliar o impacto da composição centesimal média, dos produtos do *cluster 1* e *2*, na prescrição de suplementação hidroeletrólítica, foram empregadas as orientações de reposição hídrica contidas na Diretriz Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SBME)<sup>11</sup>. Segundo este documento, “em exercícios prolongado, que ultrapassam uma hora de duração, recomenda-se beber líquidos contendo 0,5 a 0,7 g.l<sup>-1</sup> (20 a 30 mEq.l<sup>-1</sup>) de sódio, que corresponde a concentração similar ou mesmo inferior àquela do suor de um indivíduo adulto, recomendação a ser estudada quando o exercício for de alta intensidade e para algumas modalidades, mesmo que em menor duração”. Teríamos que, no caso dos produtos do *cluster 1*, a reposição de sódio seria em média de 0,48 g.l<sup>-1</sup> ou 21,0 mEq.l<sup>-1</sup> e para o *cluster 2* de 0,39 g.l<sup>-1</sup> ou 17,0 mEq.l<sup>-1</sup>. A perda de sódio pelo suor em um adulto está em torno de 40 mEq/L<sup>2,5,11</sup>. Nossos resultados indicam que a inadequação na ingestão de sódio poderia ser maior no caso de alguns dos produtos do *cluster 2* e menor no *cluster 1*. O principal risco da perda de sódio pela sudorese, e consequente reposição hídrica com líquidos isentos de sódio ou com pouco sódio, principalmente em eventos prolongados, residiria na ocorrência de hiponatremia, podendo se manifestar por apatia, náusea, vômito, consciência alterada e convulsões entre outras manifestações neurológicas<sup>11</sup>, por isto diferentes protocolos e estratégias de reposição hídrica suplementar são estudados<sup>10,12,13</sup>.

Para a concentração de carboidratos a diretriz orienta que “a reposição necessária de carboidratos para manter a glicemia e retardar a fadiga é de 30 a 60g por hora, com concentração de 4 a 8g/decilitro. Mesmo com uso combinado de diversos carboidratos, sua ingestão não deve exceder 80g/h”. Para os suplementos do *cluster 1* a concentração máxima de carboidratos foi de 6,7% com oferta de 53 g.l<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Já para o *cluster 2* a concentração máxima de carboidratos foi de 7,5%, com oferta de 54 g.l<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Os suplementos pertencentes a ambos os *clusteres* apresentaram adequados quantos as diretrizes propostas.

Observa-se a importância da análise de *cluster*, que extraiu uma sub amostra

(cluster 1), com características homogêneas e mais compatível tanto com os requisitos de comercialização preconizados pela ANVISA<sup>2</sup> e aplicáveis às Diretrizes da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte<sup>11</sup>, do que o

total e outras sub amostras de Suplementos Hidroeletrólíticos disponíveis no mercado. Tais resultados não seriam alcançados através da estatística descritiva dos dados da amostra total de Suplementos Hidroeletrólíticos.

## CONCLUSÃO

O impacto para a prescrição de Suplemento Hidroeletrólíticos, a partir da apropriação de ferramentas de análise de dados, separando-se amostras mais homogêneas de suplementos disponíveis no mercado é fundamental, tendo em vista a amplitude desta classe de produtos que conjugam uma variedade de formulações sob a mesma designação e objetivos ergogênicos.

O entendimento das diferenças na composição centesimal, com suas peculiaridades, impacta na orientação nutricional de indivíduos fisicamente ativos, assim como nas escolhas equivalentes com finalidade de alcance de rendimento e saúde e potenciais riscos, contribuindo, portanto na melhora na qualidade de vida, saúde e rendimento.

## REFERÊNCIAS

1. Silva LFM, Ferreira KS. Segurança alimentar de suplementos comercializados no Brasil. Rev Bras Med Esporte. 2014; 20(5):374-378.
2. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária): RDC nº 18/2010 que dispõe sobre alimentos para atletas. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/52bee2804745886b91ffd53fbc4c6735/RDC\\_18\\_2010.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/52bee2804745886b91ffd53fbc4c6735/RDC_18_2010.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em 07 de nov. 2016.
3. ACSM (American College of Sports Medicine). Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc. 2007;39(2):377-90.
4. Rossi L. Nutrição em academia do fitness ao wellness. 1a. ed. São Paulo: Roca, 2013.
5. Casa DJ, Armstrong JE, Hillman SK, Rich BSE, Roberts WO, Stone JA. National Athletic Trainer's Association Position Statement: fluid replacement for athletes. J Athl Train. 2000; 35(2):212-214.
6. DeGroot MH. Probability and statistics. 2nd ed. Addison-Wesley Pub. Co.1986. 723p.
7. Neto JMM, Moita GC. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. Química Nova. São Paulo, v.21, n.4, p.467-469, 1998.
8. Coombes JS, Hamilton KL. The effectiveness of commercially available sports drinks. Sports Med 2000; 29(3):181-209.
9. Cavalcanti AL, Xavier AFC, Souto RQ, Oliveira MC, Santos JA, Vieira FF. Avaliação in vitro do potencial erosivo de bebidas isotônicas. Rev Bras Med Esporte 2010;16(6):455-8.
10. Hill RJ, Bluck LJC, Davies PSW. The hydration ability of three commercially available sports drinks and water. J Sci Med Sport 2008; 11(2):116-23.
11. SBME (Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para saúde. Rev Bras Med Esporte. 2009; 15(3):3-12.
12. Bolzan SS, Castiglione TFB, Rossi L. Efeitos da reposição hídrica com água de coco sobre o rendimento de praticantes de spinning. Mundo da Saúde 2013; 37(3):336-42.
13. Rossi L, Cardoso MS, Torres H, Casalenovo VR. Heat stress and dehydration in kendo. J Sports Med Phys Fitness 2011; 51(2):603-8.
14. Rowlands DS, Bonetti DL, Hopkins WG. Unilateral fluid absorption and effects on peak power after ingestion of commercially available hypotonic, isotonic, and hypertonic sports drinks. Int J Sports Nutr Exerc Metabol 2011; 21 (6):480-491.