

# A Evolução do Interesse Científico pelo Chocolate e pela Teobromina: um Estudo Cienciométrico

Lauriane G. Santin, Ricardo Gargano & Solemar Silva Oliveira

Em função do crescente aumento no consumo de chocolate pela população mundial, torna-se evidente a necessidade de atentar-se para as consequências da ingestão desse alimento. Essas consequências são avaliadas por pesquisadores especializados e divulgadas por meio de artigos científicos publicados em revistas indexadas. A Teobromina é a principal metilxantina presente no cacau e, portanto, é um dos principais componentes ativos encontrados no chocolate. Uma consequência direta do aumento no interesse pelos prováveis benefícios que esse “alimento dos deuses” (*Theobroma*) pode trazer aos organismos a ele expostos é o aumento do número de artigos científicos publicados a seu respeito. Para avaliar o interesse da comunidade científica no chocolate e na Teobromina, foi feito um estudo cienciométrico avaliando indicadores como número de publicações, país de origem dos pesquisadores, número de citações, dentre outros. Mostrou-se como o interesse pelo chocolate e pela teobromina evoluiu nos últimos anos; quais os países possuem maior interesse nessas pesquisas; bem como a qualidade das publicações avaliadas.

**Palavras-chave:** *Teobromina; chocolate; ciencimetria.*

Due to the increasing consumption of chocolate by the global population becomes evident the need to pay attention to the consequences of eating this food. These consequences are assessed by expert researchers and published through scientific papers published in refereed journals. The theobromine is the main methylxanthine present in cocoa and therefore is one of the main active components found in chocolate. A direct consequence of the increase in interest in the likely benefits that this “food of the gods” (*Theobroma*) can to bring to organisms exposed to it is the increase the number of scientific articles published about this subject. To assess the interest of the scientific community in the theobromine and chocolate, we made a scientometric study, evaluating indicators such as number of publications, country of the researchers, number of citations, and others. We show the progress and interest in the chocolate and the theobromine in the last years and present the countries with greater interest in such research, and the quality of the evaluated publications.

**Keywords:** *Theobromine; chocolate; scientometrics.*

## Introdução

O chocolate, bebida feita da semente do cacau (*Theobroma Cacao*), teve sua origem na América Central. Estudos apontam, a partir de vestígios de cacau encontrado em vasilhas usadas na época, que já era consumida há 600 anos antes de Cristo pelos povos maias<sup>1</sup>. O nome *Theobroma* vem do latim e significa alimento dos deuses. O cacau foi inicialmente cultivado nas regiões tropicais da América Central e do Sul. A bebida feita da semente dessa árvore era consumida pela elite dos povos das civilizações pré-colombianas, que a tomavam na forma de uma bebida fria e amarga. Com a vinda dos colonizadores europeus, a bebida se popularizou entre a nobreza europeia e passou a ser consumida também com açúcar, leite e na forma de barras. As sementes de cacau eram tão populares que chegaram a ser o dinheiro na antiga Mesoamérica (entende-se por Mesoamérica a região que abrigou as civilizações indígenas dos maias, dos astecas e de seus antecessores, que é basicamente o centro e o sul do México e a América Central). Como muitas pessoas já sonharam, eles tinham o privilégio de dizer: “aqui o dinheiro cresce em árvores”. Foi em função da prática comercial de usar as sementes de cacau como moeda que hoje, em algumas culturas, criou-se o hábito de se referir ao dinheiro, informalmente, como “cacau”<sup>2,3</sup>.

O cacau é cultivado no Brasil, principalmente no estado da Bahia. Na figura abaixo, podemos ver a árvore, o fruto e as sementes do cacau.

A teobromina é a principal metilxantina presente no cacau e, em menores proporções, podem-se encontrar cafeína e teofilina, como foi mostrado por Brunetto<sup>4</sup> e pode ser visto na Figura 2. O estudo foi feito com sete variedades de cacau por cromatografia líquida de alta performance. As metilxantinas são derivados metílicos das xantinas e os três tipos mais comuns são a teobromina, a cafeína e a teofilina.

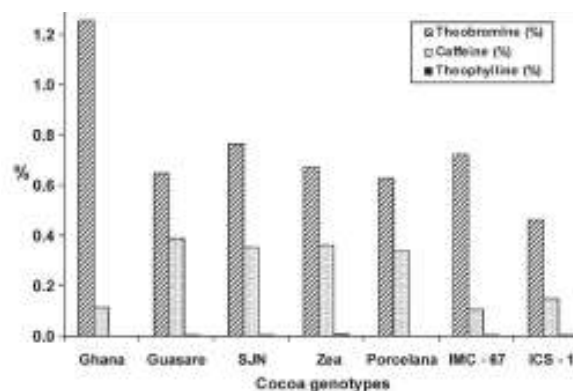


Figura 2. Concentração de teobromina, cafeína e teofilina em diferentes variedades de cacau.

A teobromina ( $C_7H_8N_4O_2$  - 3,7-dimetilxantina ou 3,7-diidro-3,7-dimetil-1H-purina-2,6-diona) cuja estrutura molecular pode ser vista na Figura 3, é um dos principais metabólitos da cafeína<sup>5</sup> e também pode ser encontrada naturalmente, em maiores proporções, na noz-de-cola, uma semente que é encontrada na



Figura 1. Árvore, fruto e semente do cacau.

África Ocidental e no chá verde<sup>6</sup>. Da mesma forma que acontece nas sementes de cacau, como visto na Figura 2, normalmente essas metilxantinas são encontradas juntas na natureza, o que difere é a quantidade em que elas se apresentam.



Figura 3. Estrutura molecular teobromina.

Inúmeros benefícios para saúde humana relacionados à teobromina são relatados na literatura. Em estudos desenvolvidos na Universidade Kanazawa, no Japão, pesquisadores mostraram que a teobromina tem atividade antitumoral e pode ser muito eficiente na prevenção do aparecimento de glioblastomas, tipo mais comum de tumor cerebral maligno, por possuir as propriedades de inibir a proliferação celular e induzir a apoptose. Ela aumenta os níveis de monofosfato de adenosina cíclico (AMPc) intracelular, inibe a enzima fosfodiesterase 4 e inibe o crescimento do glioblastoma. Eles também mostraram que a teobromina inibe algumas

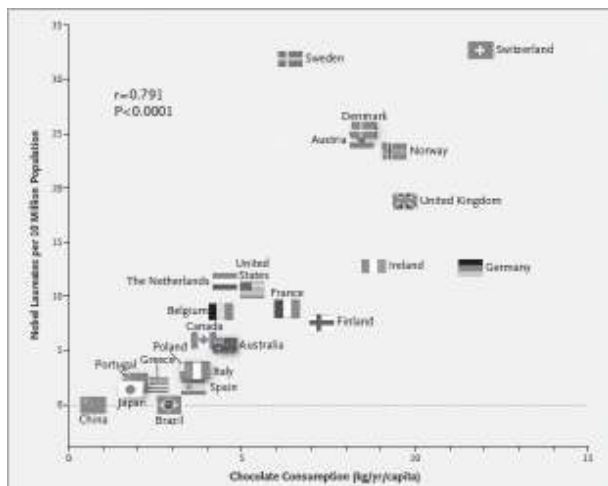
vias de sinalização em células de glioblastoma humano e concluem que dietas que contenham alimentos derivados da semente do cacau podem ser extremamente eficazes, principalmente, na prevenção desse tipo de câncer<sup>7</sup>.

A teobromina também possui efeito antitussígeno, diurético<sup>8</sup>, inibe a cristalização do ácido úrico<sup>9</sup>, possui atividade anti-inflamatória<sup>10</sup>, antioxidante, pró-oxidante e quimiopreventiva<sup>11</sup>. Estudos que avaliam a afinidade de ligação das metilxantinas com DNA (*deoxyribonucleic acid*) mostram que as metilxantinas, principalmente, a teobromina e a teofilina, possuem uma capacidade de se ligarem ao DNA e, portanto, podem ser agentes envolvidos no desenvolvimento de processos de entrega específica de drogas<sup>12</sup>.

O consumo de chocolate é frequentemente relacionado com sintomas de felicidade e melhoras no humor. Embora não seja possível confirmar essas hipóteses, cientistas propuseram que a teobromina ou a combinação peculiar de teobromina e cafeína são os responsáveis pelo apelo ao chocolate<sup>13</sup>. Diferente da cafeína, que atua no Sistema Nervoso Central (SNC) que, dentre outros sintomas, aumenta a atenção e a pressão sanguínea, a teobromina atua principalmente no Sistema Nervoso Periférico (SNP) aumentando a tensão, a atividade motora e diminuindo a pressão sanguínea<sup>14</sup>.

O consumo de teobromina apresenta baixa toxicidade em humanos, mas pode ser letal, pela alta toxicidade, a mamíferos como cães e gatos, provocando, entre outros efeitos, nervosismo, convulsões, vômito e alterações degenerativas<sup>15</sup>. Estudos relacionam o consumo de cacau durante a infância e pré-natal com o risco de câncer testicular e *hypospadias* (condição masculina congênita em que a abertura da uretra se dá na parte inferior do pênis). Discute-se a associação entre a ingestão do cacau e a prevalência de doenças reprodutivas masculinas<sup>16</sup>.

Em um artigo publicado em 2012 pelo *The new england journal of medicine*, foi divulgado um estudo curioso sobre a correlação entre a quantidade de chocolate consumida por pessoa e a quantidade de prêmios Nobel recebidos em diversos países. O resultado pode ser visto na Figura 4<sup>17</sup>.



**Figura 4.** Correlação entre o consumo de chocolate por ano, por pessoa, e o número de prêmios com o Nobel por cada 10 milhões de pessoas.

Para justificar o interesse em estudar o principal constituinte ativo do chocolate, a teobromina, analisou-se a evolução do interesse científico nesse agente terapêutico. Para avaliar aspectos quantitativos da produção científica, relacionada ao chocolate e à teobromina, foi feito um estudo cienciométrico simplificado, que se propõe a identificar os momentos de maior interesse e mostrar a evolução da produção científica de ambos os temas ao longo de um determinado tempo. Assim, avalia-se o número de trabalhos publicados sobre o chocolate e a teobromina em revistas indexadas, por ano, por quinquênio e por década, utilizando o serviço de busca da *Thomson Reuters*, o *Web of Science*, que dá acesso a vários bancos de dados, para fazer o estudo cienciométrico. Foi utilizada a assinatura online da Universidade de Brasília e a da Universidade Estadual de Goiás para realizar as buscas por meio do *Web of Science*.

## Cienciométrica

Com o advento da tecnologia, as formas usuais de busca e compartilhamento da informação foram reconstruídas, o que possibilitou um enorme avanço na obtenção de informações, especialmente as de natureza científica. As novas ferramentas de pesquisa revolucionaram o acesso à informação e a velocidade com que essas informações

chegam ao público-alvo. A comunidade científica muito se beneficiou com a facilidade no compartilhamento e no acesso ao conteúdo proporcionado pela utilização da internet. A informação, hoje, está ao alcance das mãos, sendo separada do leitor por alguns “cliques” de distância. Esses avanços tecnológicos nos deram a possibilidade de acessar a produção científica, que antes era restrita às bibliotecas em conteúdos físicos e cada vez mais é publicada em formato eletrônico, por meio de inúmeras bases de dados online que armazenam o conteúdo científico publicado em revistas indexadas e disponibilizam ao pesquisador quase que em tempo real.

Considerando o avanço científico atual, o grande número de artigos científicos publicados em revistas internacionais e indexadas e a produção intelectual sobre diversos assuntos, nas diversas áreas do conhecimento humano, tornou-se relevante, para um melhor e mais eficiente progresso da ciência, o estudo de técnicas que permitam a medição das taxas de produtividade, tanto dos grandes centros de pesquisa (universidades, laboratórios, empresas, etc.) quanto dos pesquisadores individualmente. Estudos dessa natureza possibilitam uma compreensão atual de um determinado objeto de pesquisa, apresentando um mapa de importância que traça rumos para a pesquisa futura, possibilitando a otimização das técnicas a serem usadas no desenvolvimento da pesquisa e direcionando a formação de grupos e colaborações levando a uma melhor aplicação dos recursos financeiros.

As subdisciplinas que possibilitam o estudo da quantificação do fluxo da informação, a compreensão acadêmica dos tópicos de interesse, sob enfoques diversos, a difusão do conhecimento científico e o direcionamento da pesquisa científica são classificadas como técnicas quantitativas de avaliação e podem ser a bibliometria, a cienciométrica, a informetria e a webometria<sup>18</sup>.

Desde que a proposta de *E. Garfield* deu origem à criação do *Science Citation Index (SCI)*, do Institute for Scientific Information, a comunidade científica conta com uma formidável ferramenta para avaliar artigos, periódicos e cientistas em diversas áreas do conhecimento.

Sobre a importância da avaliação do conhecimento produzido em determinada área, Oliveira diz que, no mínimo, esse entendimento, relacionado a um estudo, justifica o seu desenvolvimento e deve apontar caminhos para a sua continuidade. Também reflete sobre a

necessidade desta avaliação ser feita de forma contínua, ou seja, durante o desenvolvimento do estudo, sobretudo, quando um projeto de pesquisa é a motivação do trabalho. O mesmo pesquisador enumera a relevância da medição da produção bibliográfica sobre dois aspectos que são a importância para a alocação de recursos humanos e matérias e a avaliação da produtividade científica. Tudo isso levando em consideração o fortalecimento e consolidação de uma política nacional de ensino e pesquisa que pretendem primar por qualidade<sup>21</sup>.

O termo cienciometria surgiu primeiro na extinta URSS e na Europa Oriental e foi muito empregado na Hungria, onde, no final da década de 1970, foi criada a importante revista *Scientometrics*, atualmente uma revista Holandesa<sup>18</sup>. Os primeiros pesquisadores que fizeram uso da cienciometria para medições de produção foram os húngaros G. M. Dobrov e A. A. Karennoi, em uma publicação do *All-Union Institut for Scientific and Technical Information (VINITI)* de 1969. Em 1977, o termo cienciometria alcançou popularidade com a primeira publicação da revista *Scientometrics*, e a comunidade científica atentou-se para a cienciometria apenas na década de 1980, quando surgiu o banco de dados fornecidos para as universidades pelo antigo *Institute for Scientific Information (ISI)* hoje conhecido como *Thompson ISI*, que fornece informações atuais sobre os mais diversos periódicos mundiais, nas mais diferentes áreas do conhecimento e com rico material informativo<sup>22</sup>.

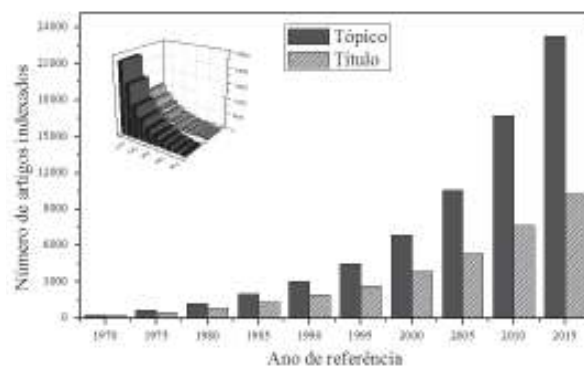
Na cienciometria, os objetos de estudos podem ser disciplinas, assuntos, áreas e campos com variáveis diversas, tais como: revistas, autores, documentos. Utilizando como método a análise do conjunto e da sua correspondência, podem-se identificar domínios interesse, verificar tendências e compreender como e quanto os cientistas se comunicam<sup>23</sup>.

Segundo a tradução de Macias-Chapula<sup>23</sup>, do texto Tague-Sutckiff<sup>24</sup>, a cienciometria pode ser definida como: “o estudo dos aspectos quantitativos da ciência enquanto uma disciplina ou atividade econômica. A cienciometria é um segmento da sociologia da ciência, sendo aplicada no desenvolvimento de políticas científicas. Envolve estudos quantitativos das atividades científicas, incluindo a publicação e, portanto, sobrepondo-se à bibliometria”. Estes autores apontam que a cienciometria avalia os vários indicadores quantitativos fornecidos pela produção científica (artigos, patentes, livros, etc.) nas diversas áreas

do conhecimento e transfere essas informações para o desenvolvimento da própria área. Com a cienciometria, pode-se estabelecer um entendimento de uma área, mapear o que os pesquisadores estão propondo e direcionar o futuro da pesquisa para obter melhor desempenho e simetria com tecnologia e inovação.

## Resultados

Em um primeiro momento, analisou-se o número de publicações em revistas indexadas, desde 1950 contendo a palavra chocolate. Curiosamente, percebeu-se que quase todos os trabalhos publicados entre 1970 e 1980 tinham uma patente relacionada. Na figura 5, apresentou-se um gráfico para o número de publicações de 5 em 5 anos desde 1970 até 2015. É possível observar o crescente interesse pelo tema, sendo que a maioria dos trabalhos foram publicados a partir do início do século XXI. Outra importante consideração a se fazer é que o crescimento, em ambas as buscas, se dá nos moldes de uma curva exponencial, como será visto nos ajustes a seguir. É importante salientar que a pesquisa relacionada ao gráfico abaixo foi feita em março de 2015, portanto, ela é apenas uma estimativa do último quinquênio, visto que este ainda não acabou e outros artigos ainda serão publicados.



**Figura 5.** Evolução do número de publicações feitas nos últimos 45 anos, a partir de buscas feitas a cada quinquênio, contendo a palavra chocolate por tópicos e por títulos.

Na Figura 6, há um gráfico para o número de publicações com a palavra chocolate nos últimos 10 anos. Tanto na busca por tópicos quanto por títulos, evidencia-se o crescimento gradativo do interesse pelo tema abordado.



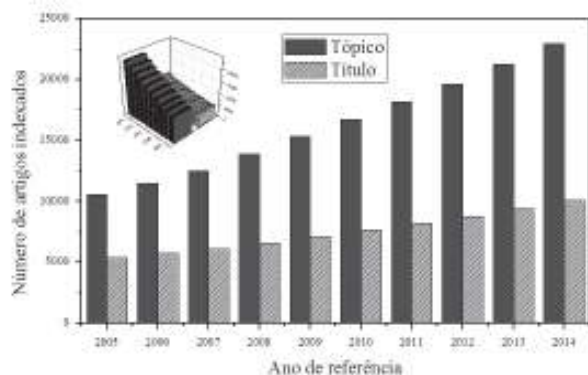


Figura 6. Evolução do número de publicações feitas nos últimos 10 anos contendo a palavra chocolate por tópicos e por títulos.

Houve também um estudo da evolução do interesse na teobromina com publicações feitas nos últimos 45 anos, que pode ser visto na Figura 7. Durante a pesquisa, foi utilizado o termo em inglês, *theobromine*, porque o maior número de publicação é feito em língua inglesa. Na figura 7, existe um gráfico para o número de publicações de 5 em 5 anos desde, 1970 até 2015 que, em conformidade com o ocorrido para o estudo do chocolate, apresentou um crescimento gradativo nas duas modalidades de pesquisa, sendo que, na pesquisa por tópicos, o crescimento é ainda mais acentuado, apresentando um comportamento exponencial

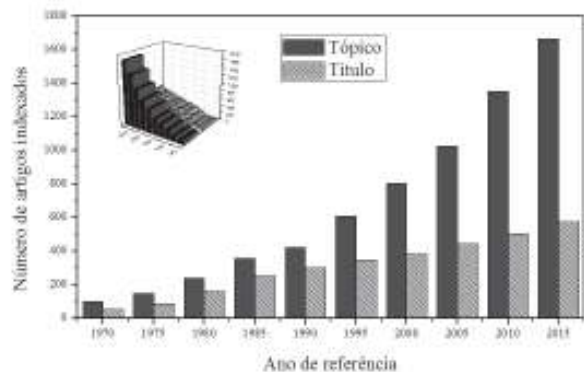


Figura 7. Evolução do número de publicações feitas nos últimos 45 anos, a partir de buscas feitas a cada quinquênio, contendo a palavra *theobromine* por tópicos e por títulos.

Na figura 8, há um gráfico para o número de publicações com a palavra teobromina nos últimos 10 anos, em que a pesquisa por título mostra um aumento muito pequeno em relação ao aumento nas publicações que citam a teobromina em tópicos.

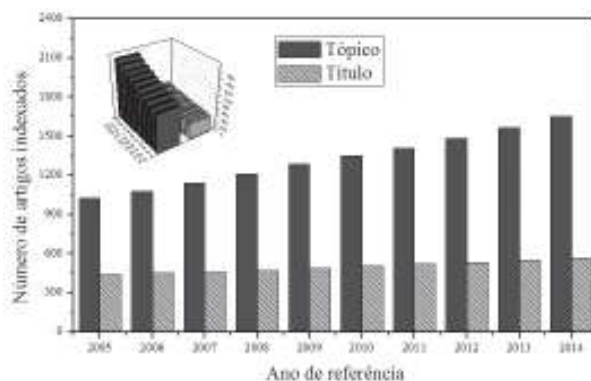


Figura 8. Evolução do número de publicações feitas nos últimos 10 anos contendo a palavra *theobromine* por tópicos e por títulos.

O resultado da pesquisa foi mostrado na Figura 9 com a palavra *theobromine* e chocolate, realizada entre os anos de 1970 e 2014 em tópico (curva sólida) e em título (curva pontilhada), em que foi feito um ajuste gráfico com funções matemáticas. Na Figura 9 (a) e na linha sólida da Figura 9 (b), as curvas são exponenciais, descritas por uma expressão do tipo  $y(x)=ae^{-\alpha x}+y_0$ . Na linha pontilhada da Figura 9 (b), a curva é um polinômio de quinta ordem.

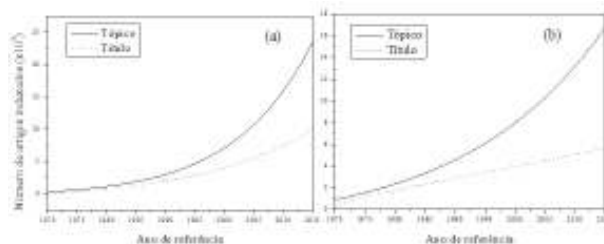
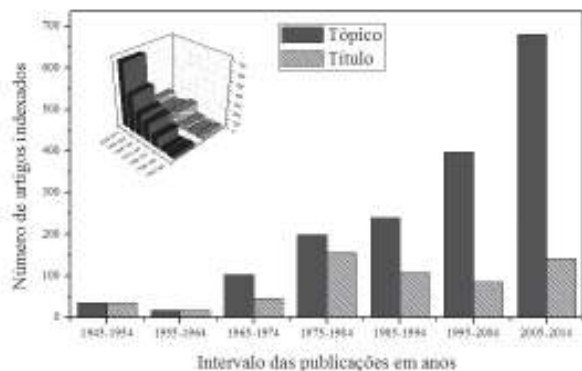


Figura 9. Ajuste matemático dos números de publicações de artigos com as palavras (a) chocolate e (b) *theobromine* nos anos entre 1970 e 2014.

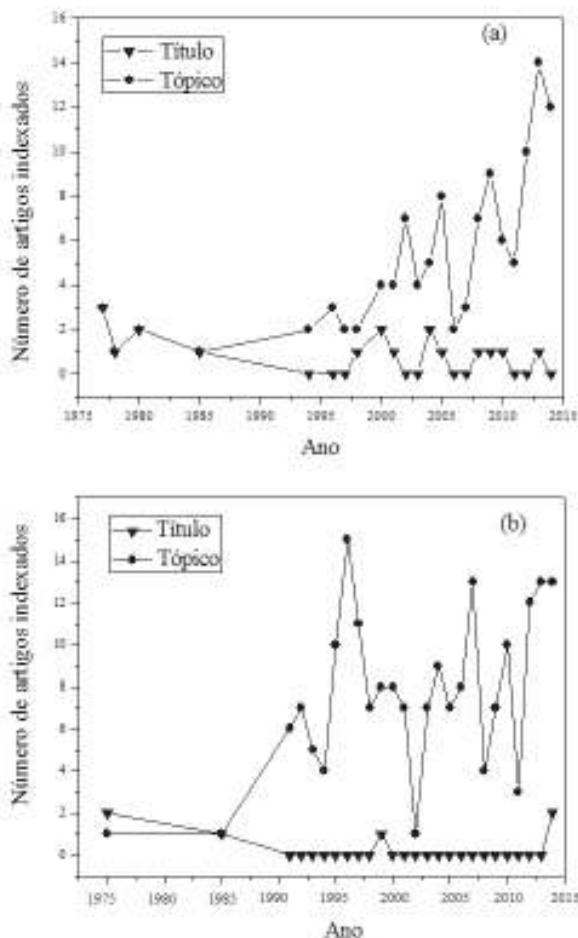
Foi analisada a quantidade de periódicos publicados sobre a teobromina nas últimas décadas. Percebe-se que a maior quantidade de artigos publicados, por tópico, sobre teobromina, deu-se na última década, como pode ser observado na Figura 10. Já na busca por título, existe o maior número de artigos entre 1975 e 1984, quando o maior número de patentes também foi registrado.



**Figura 10.** Evolução do número de publicações realizadas, nas últimas décadas, contendo a palavra *theobromine* por tópicos e por títulos.

De um modo geral, o interesse pela teobromina aumentou exponencialmente durante as últimas décadas, e tende a continuar aumentando, visto que em algumas áreas, pouquíssimos periódicos são encontrados. Por exemplo, em uma busca por mais tópicos, cruzando os termos *theobromine* e *ab initio*, há apenas 7 resultados, de 1945 a 2015. Em outra busca, cruzando os termos *theobromine* e *dfi*, há apenas 6 artigos publicados. Se forem cruzados cruzamos *theobromine* e Car-Parrinello 0 (zero), resultados são encontrados.

A Figura 11 mostra, para pesquisas realizadas em tópico e título, o resultado para publicações de artigos entre 1975 e 2014, usando as palavras (a) *theobromine* mais chocolate e (b) *theobromine* mais *methylxanthine*. No primeiro gráfico, pode-se perceber um considerável aumento nas publicações com a palavra chocolate simultaneamente usada com *theobromine* surgindo em tópico, mas seu uso nos títulos é bem reduzido. Para palavra teobromina juntamente com a palavra *methylxanthine* ocorre um pico do seu uso em tópico entre os anos de 1995 e 2000 e praticamente não surge nos títulos dos artigos.



**Figura 11.** Números de publicações de artigos com as palavras mais (a) “theobromine” mais “chocolate” e (b) “theobromine” mais “methylxanthine” em tópico e título nos anos entre 1975 e 2014.

A Figura 12 mostra o resultado para uma busca na *Web of science* para artigos com as palavras *theobromine* e *health* (usando a ferramenta *and*) no título nos anos entre 2005 e 2014, ou seja, na última década. Pode-se observar um aumento representativo no número de artigos publicados com essas palavras no título, especialmente nos dois últimos anos. Nos anos de 2011 até 2014, depois de um decaimento neste tipo de publicação, o aumento é praticamente exponencial.

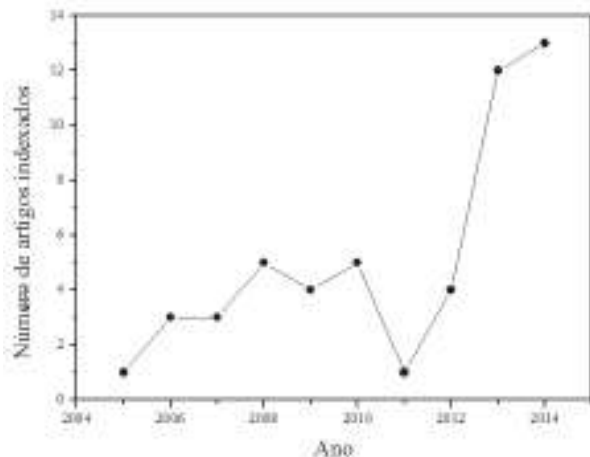


Figura 12. Números de publicações de artigos com as palavras *theobromine* e *health* no título nos últimos 10 anos.

A Figura 13 (círculos) mostra o resultado para artigos com as palavras *theobromine* mais *caffeine* no título das publicações entre 1990 e 2014. O gráfico apresenta uma busca por um período de 25 anos devido à alta frequência da ocorrência palavra cafeína. O número de artigos por ano, nos dois casos, oscila muito. O maior valor surge no ano de 2005, com oito publicações, e o menor valor nos anos de 1990, 2006 e 2012, com apenas uma publicação.

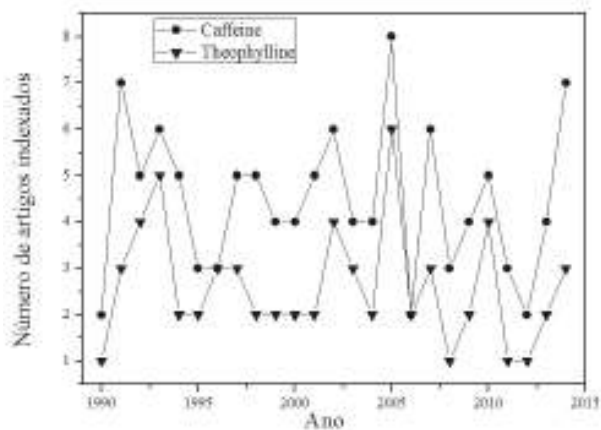


Figura 13. Números de publicações de artigos com as palavras *theobromine* e *caffeine* no título nos últimos 25 anos (círculos). Números de publicações de artigos com as palavras *theobromine* e *theophylline* no título nos últimos 25 anos (triângulos).

Pelo mesmo motivo do surgimento da palavra *caffeine* nas pesquisas, houve uma medição das publicações com as palavras *theobromine* mais *theophylline* no título dos artigos no intervalo de tempo entre os anos de 1990 e 2014 e foram mostrados os resultados na Figura 13 (triângulos). O número de artigos por ano também oscila bastante entre extremos que vão de 1 artigo publicado, nos anos de 1990, 2008, 2011 e 2012, até 6 artigos publicados no ano de 2005.

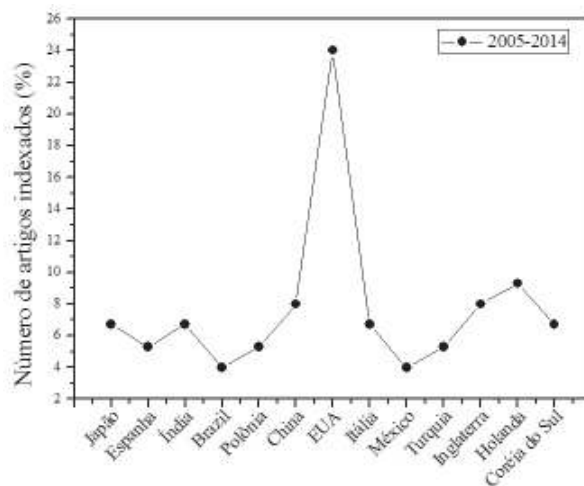
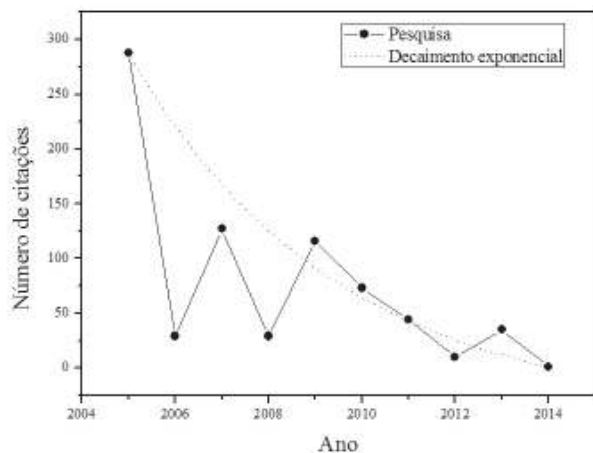


Figura 14. Números de publicações de artigos com a palavra *theobromine* no título por país de origem dos pesquisadores nos últimos 10 anos.

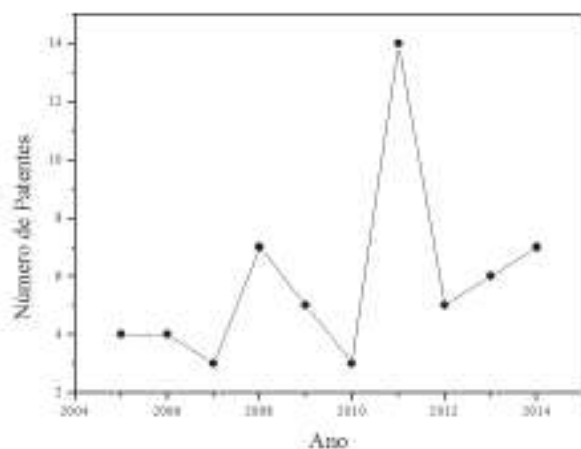
A Figura 15 mostra o resultado para o número de citações para artigos que apresentam a palavra *theobromina* no título para os anos entre 2005 e 2014. Pode-se observar o curioso resultado mostrado, no qual ocorre uma diminuição considerável do número de citações à medida que o tempo passa. A curva de ajuste é, na média, uma curva de decaimento exponencial. Os resultados foram obtidos no mês de março de 2015. O decaimento, em parte, pode ser justificado pelo fato de artigos publicados em anos mais distantes tiveram mais chance (e tempo) de serem lidos e citados pela comunidade científica.





**Figura 15.** Número de citações para artigos com a palavra *theobromine* no título nos últimos 10 anos.

Pode-se observar na Figura 16, que apresenta o número de patentes depositadas nos últimos 10 anos, que a quantidade de patentes aumentou desde o ano de 2004, tendo seu máximo em 2011 com 14 patentes depositadas. Depois disso, esse número cai, mas volta a crescer linearmente até 2014. Os anos com o menor número de patentes depositadas são 2007 e 2010 com apenas 3 patentes.



**Figura 16.** Número de patentes depositadas com a palavra *theobromine* no título nos últimos 10 anos.

Dos artigos mais citados, foram escolhidos aqueles com um número de citações igual ou maior do que 20 e analisadas as palavras que tiveram maior ocorrência no título. A tabela 1 mostra o resultado. Em geral, os artigos mais citados são aqueles que junto com a palavra *theobromine*, surgem também *caffeine* e *theophylline*.

**Tabela 1.** Palavras que mais ocorreram junto à theobromina no título dos artigos mais citados entre os anos de 2004 e 2014.

PALAVRA	OCORRÊNCIA
<i>Caffeine</i>	12
<i>Theophylline</i>	8
<i>Chromatography</i>	6
<i>Spectrometry</i>	3
<i>Human</i>	3
<i>Cocoa</i>	3
<i>Chromagraphic</i>	2
<i>HPLC</i>	2
<i>Tea</i>	2

A Tabela 2 apresenta 80% do total de publicações (artigos, patentes, livros, etc.) sobre teobromina, em uma busca realizada por tópicos, para que se apresente uma visão geral do interesse nesse tema, na ferramenta de busca *Web of Science* nos últimos 20 anos (1995-2014). Nela, há o Número de Publicações (NP) feita pelos países que mais publicaram sobre teobromina, bem como o Número Total de Citações (NTC), as relações de Citações por Publicação (NTC/NP) e o Número Total de Citações por ano (NTC por ano). O indicador NTC/NP é a média de citações por artigo para cada país analisado. Apresenta-se a porcentagem com que cada país contribuiu para o total das publicações, em que 100% representa as 1080 publicações nesse período. Percebe-se que a parcela maior foi publicada pelos EUA, com 14,1% da publicação mundial, seguido pelo Japão, com 8,9%, e logo depois pelo Brasil, com 7,1%, e pela China, com 6,9%. Os países que se destacaram pelo maior número de NTC/NP, na média, foram a Escócia, com 38,6 citações por artigo, o Reino Unido, com 32,0, e a Suíça, com 29,7. Os EUA receberam o maior NTC por ano, seguido pelo Japão, pela China e pelo Brasil. Os dois últimos indicadores mostram a qualidade na pesquisa desenvolvida e a influência que esses países exercem sobre área analisada.

Tabela 2. Publicações sobre teobromina dos países mais produtivos no período de interesse.

PAÍSES	NP	%	NTC	NTC/NP	NTC POR ANO
EUA	152	14,1	2670	17,5	133,5
Japão	96	8,9	1935	20,2	96,8
Brasil	77	7,1	1011	13,1	50,6
China	74	6,9	1135	15,3	56,7
Alemanha	53	4,9	868	16,4	43,4
Índia	44	4,1	394	8,90	19,7
Inglaterra	37	3,4	583	15,7	29,1
Itália	35	3,2	629	18,0	31,4
Polônia	35	3,2	222	6,3	11,1
Espanha	30	2,8	454	15,1	22,7
Coreia do Sul	23	2,1	429	18,6	21,4
França	23	2,1	239	10,4	12,0
Suíça	21	1,9	624	29,7	31,2
Escócia	20	1,9	771	38,6	38,6
Holanda	15	1,4	268	17,9	13,4
Canadá	15	1,4	211	14,1	10,6
Grécia	14	1,3	371	26,5	18,6
Suécia	14	1,3	351	25,1	17,6
Austrália	14	1,3	227	16,2	11,4
Iran	14	1,3	172	12,3	8,6
Reino Unido	13	1,2	416	32,0	20,8
Argentina	13	1,2	198	15,2	9,9
México	13	1,2	118	9,1	5,9
Bélgica	12	1,1	149	12,4	7,4
Nigéria	11	1,0	85	7,7	4,2
Turquia	11	1,0	59	5,4	2,9

A Figura 17 mostra o NP sobre a teobromina em função da média de citações por artigo (NTC/NP) e nele é possível observar claramente quais os países que se destacam pela quantidade de publicação e de citações recebidas.

Sobre o chocolate, na base de dados *Web of Science*, nos últimos 20 anos (1995-2014), o total de publicações é de 18787 itens, sendo que apenas 6616 são artigos. Tendo em vista essa diferença, na tabela abaixo, consideram-se apenas as publicações de artigos. Como na tabela anterior, apresenta-se o Número de Artigos Publicados (NAP), feita pelos países que mais publicaram artigo sobre chocolate, bem como NTC e as relações de citações por artigo (NTC/NAP) e NTC por ano.

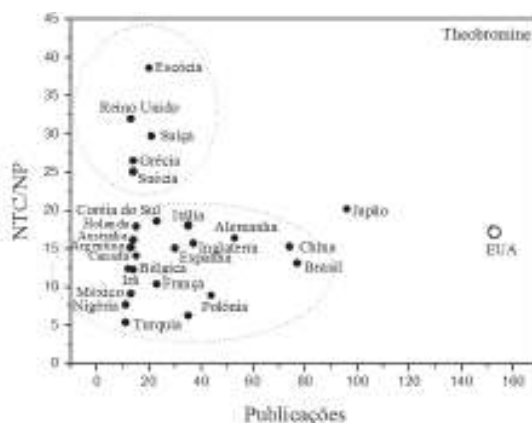


Figura 17. NTC/NP pelo número de publicações sobre teobromina no *Web of Science*.

Na Tabela 3, estão representados mais de 70% da publicação mundial total. Mais uma vez, como previsto, os EUA aparecem como primeiro colocado, com o maior número de artigos publicados, 17,4% do total de artigos. Em seguida, vem a Inglaterra, com 5,7%, o Brasil, com 4,8% e a Alemanha, com 4,3%. Os maiores valores de NTC/NP ficam com a Noruega, com 32 citações por artigo, seguida pelos EUA, com 25,7 citações por artigo, pela Finlândia com 24 e pela Inglaterra, com 23,7. Os EUA receberam o maior NTC por ANO e, na sequência, Inglaterra, Alemanha e França.

A Figura 18 mostra o NAP sobre o chocolate em função da média de citações por artigo (NTC/NAP), no qual se observa quais países se destacam pela quantidade de artigos publicados e de citações recebidas por artigo.

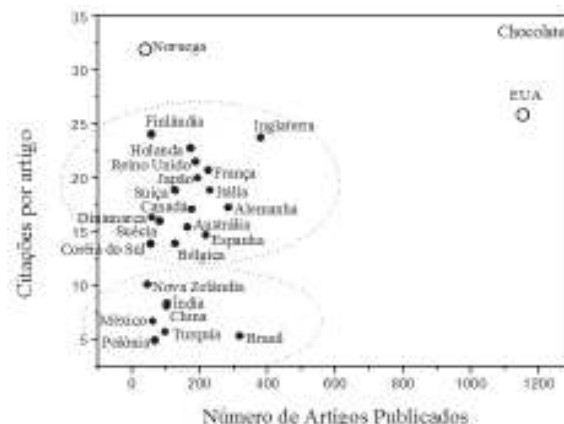


Figura 18. NTC/NAP pelo número de publicações sobre chocolate no *Web of Science*.

Tabela 3. Publicações de artigos sobre chocolate dos países mais produtivos no período de interesse.

PAÍSES	NAP	%	NTC	NTC/NAP	NTC POR ANO
EUA	1152	17,4	29637	25,7	1481,9
Inglaterra	380	5,7	9014	23,7	450,7
Brasil	318	4,8	1678	5,3	83,9
Alemanha	284	4,3	4894	17,2	244,7
Itália	230	3,5	4329	18,8	216,5
França	225	3,4	4655	20,7	232,8
Espanha	218	3,3	3200	14,7	160,0
Japão	194	2,9	3871	20,0	193,6
Reino Unido	188	2,8	4037	21,5	201,9
Canadá	176	2,7	3007	17,1	150,4
Holanda	173	2,6	3934	22,7	196,7
Austrália	164	2,5	2528	15,4	126,4
Suíça	128	1,9	2408	18,8	120,4
Bélgica	128	1,9	1775	13,9	88,8
Índia	103	1,6	856	8,3	42,8
China	102	1,5	822	8,1	41,1
Turquia	97	1,5	551	5,7	27,6
Suécia	82	1,2	1311	16,0	65,6
Polônia	67	1,0	325	4,9	16,3
México	61	0,9	407	6,7	20,4
Dinamarca	59	0,9	963	16,3	48,2
Finlândia	57	0,9	1370	24,0	68,5
Coreia do Sul	55	0,8	762	13,9	38,1
Nova Zelândia	45	0,7	453	10,1	22,7
Noruega	40	0,6	1279	32,0	64,0

## Conclusões

Mostrou-se notório, durante o estudo cienciométrico, que o interesse da comunidade científica pela teobromina aumenta com tendência exponencial, embora, esse padrão se verifique nas curvas referentes às buscas feitas por tópicos. Nas buscas por título, o interesse pela teobromina cresce, mas de 1985 a 2015, esse crescimento é basicamente linear. Já no aumento do interesse da comunidade científica pelo chocolate, pode ser considerado que possui crescimento praticamente exponencial nas duas modalidades de pesquisa, sendo que, na busca por tópicos, evidencia-se um crescimento ainda maior, indicando um futuro promissor.

Utilizou-se a base de dados *Web of Science (Thompson ISI)* para realizar a pesquisa cienciométrica. Observa-se aumento exponencial na produção científica, na forma de artigos indexados, para o tema teobromina e chocolate. Em especial, as combinações, no título dos artigos, das palavras *theobromine* com *health*, *caffeine* e *theophylline* denotam que esses temas são comumente usados em conjunto com as pesquisa relacionadas à teobromina. Sendo que, no caso dos artigos mais citados, as palavras cafeína e teofilina são as que mais surgem no título das publicações, demonstrando que existe maior interesse da comunidade científica em pesquisas relacionadas às três substâncias simultaneamente.

Os países que se destacaram pela grande quantidade publicações sobre a teobromina foram EUA, Japão, Brasil e China, embora, a maior quantidade de citações por artigo tenha sido da Escócia, Reino Unido, Suíça e Grécia. Isso mostra que a grande quantidade de publicações sobre a teobromina não necessariamente significa qualidade de pesquisa e influência na área, já que os países com maior número de citação por artigo não são os que mais publicam.

Sobre o chocolate, a grande maioria das publicações vem dos EUA, Inglaterra, Brasil e Alemanha, mas a maior quantidade de citações por artigo é da Noruega, EUA, Finlândia e Inglaterra. No caso do chocolate, sabendo que os EUA estão no topo do *ranking* de número de publicações e ocupam o segundo lugar nas citações por artigo. Nota-se que os maiores produtores de artigos também possuem grande influência na área com um elevado número de citações por artigo. A Inglaterra também se destaca nesse sentido.

Os artigos mais antigos recebem o maior número de citações porque estão a mais tempo disponíveis e puderam assim ser mais lidos e citados. Conclui-se também que o maior número de artigos sobre teobromina não fala apenas sobre ela, mas faz um estudo em conjunto com outras metilxantinas.

## Referências

- Hurst, W. J., Tarka, S. M., Powis, T. G., Valdez, F. & Hester, T. R. Cacao usage by the earliest Maya civilization. *Nature* 418, 289–290 **2002**.
- Coe, S. D. & Coe, M. D. The true history of chocolate. 280 p **1996**.
- MCNEIL, C. L. Chocolate in Mesoamerica: A cultural History of Cacao. University Press of Florida, **2009**.
- Brunetto, M. D. R. et al. Determination of theobromine, theophylline and caffeine in cocoa samples by a high-performance liquid chromatographic method with on-line sample cleanup in a switching-column system. *Food Chem.* 100, 459–467 **2007**.
- HUq, F. Molecular Modelling Analysis of the Metabolism of Caffeine. *Asian J. Biochem.* 1, 276–286 **2006**.
- Gunasekaran, S., Sankari, G. & Ponnusamy, S. Vibrational spectral investigation on xanthine and its derivatives - Theophylline, caffeine and theobromine. *Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 61, 117–127 **2005**.
- Sugimoto, N., Miwa, S., Hitomi, Y. & Nakamura, H. Theobromine, the Primary Methylxanthine Found in Theobroma cacao, Prevents Malignant Glioblastoma Proliferation by Negatively Regulating Kinase, Akt / mammalian Target of Rapamycin Kinase, and Nuclear Factor-Kappa B Theobromine, the Primary Methylxan. 37–41 **2014**.
- Usmani OS, Belvisi MG, Patel HJ, Crispino N, Birrell MA, Korbonits M, Korbonits D and Barnes PJ. Theobromine Inhibits Sensory Nerve Activation and Cough. *The FASEB Journal - FJ Express* 19 (2): 231-233. **2005**.
- Grases, F., Rodriguez, A. & Costa-bauza, A. Theobromine Inhibits Uric Acid Crystallization. A Potential Application in the Treatment of Uric Acid Nephrolithiasis. 9, 1–7 **2014**.
- HOSSEINZADEH, H. and DEGHAN, R. Anti-inflammatory effects of methylxanthines in some models of acute and chronic inflammation in mice and rats. *Pharmac. Pharmacol. Lett.* 9, 18–19 **1999**.
- Azam, S., Hadi, N., Khan, N. U. & Hadi, S. M. Antioxidant and prooxidant properties of caffeine, theobromine and xanthine. *Med. Sci. Monit.* 9, BR325–R330 **2003**.
- Malathi, R. Spectral Analysis of Naturally Occurring Methylxanthines (Theophylline, Theobromine and Caffeine) Binding with DNA. 7, **2012**.
- Smit, H. J., Gaffan, E. A. & Rogers, P. J. Methylxanthines are

- the psycho-pharmacologically active constituents of chocolate. 412–419 (2004).
14. Mitchell, E. S. et al. Physiology & Behavior Differential contributions of theobromine and caffeine on mood, psychomotor performance and blood pressure. *Physiol. Behav.* 104, 816–822 **2011**.
  15. Alexander, J. et al. Theobromine as undesirable substances in animal feed 1 Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain Adopted on 10 June 2008. 1–66 **2008**.
  16. Giannandrea, F. Correlation analysis of cocoa consumption data with worldwide incidence rates of testicular cancer and hypospadias. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 6, 568–578 **2009**.
  17. Messerli, F. H. Chocolate Consumption, Cognitive Function, and Nobel Laureates. *N. Engl. J. Med.* 367, 1562–1564 (**2012**).
  18. Vanti, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação* 31, 369–379 **2002**.
  19. Garfield, E. 'Science Citation Index' - A New Dimension in Indexing. *Science* (80- ). 144, 649–654 (1964).
  20. Cawkell, A. E. *Nature*. 41–46 **1978**.
  21. Oliveira, A. C. De, Dórea, J. G. & Domene, S. M. A. Bibliometria na avaliação da produção científica da área de nutrição registrada no Cibran: período de 1984-1989. *Ciência da Informação* 21, 239–242 **1992**.
  22. Lima-ribeiro, S. et al. Análise cienciométrica em ecologia de populações : importância e tendências dos últimos 60 anos. **2007**.
  23. Macias-Chapula, C. a. O papel da informetria e da cienciometría e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação* 27, nd–nd **1998**.
  24. Tague-Sutckiffe, J. An introduction to informetrics. *Inf. Process. Manag.* 28, 1–3 **1992**.

---

Lauriane G. Santin<sup>1</sup>, Ricardo Gargano<sup>1</sup> & Solemar Silva Oliveira<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física. Universidade de Brasília. Brasília, DF.

<sup>2</sup>Ciências Exatas e Tecnológicas. Universidade Estadual de Goiás . Anápolis, GO.

\*E-mail: solemar@ueg.br