

Economic Analysis of Law Review

A decisão do indivíduo sobre beber e dirigir: uma análise econômica a partir de uma abordagem teórica

The decision of the individual about drinking and driving: an economic analysis from a theoretical approach

Rodrigo Scopel¹
PUC-RS

Carlos Eduardo Lobo e Silva²
PUC-RS

RESUMO

Este artigo propõe uma formalização teórica para a decisão do motorista sobre a ingestão de álcool. Esta abordagem - que até onde conhecemos é inédita para o tema em questão e ainda fortalece o frutífero campo do direito e economia - chega a dois resultados principais. O primeiro pode ser generalizado a qualquer legislação que estabeleça quantidades mínimas que caracterizariam o crime (bebida e direção, assédio moral, corrupção): a percepção imprecisa do indivíduo sobre a 'quantidade' praticada pode ser determinante para que o crime seja cometido. O segundo resultado - adicionando à análise trabalhos empíricos a respeito dos efeitos do álcool sobre o comportamento humano - diz respeito especificamente à Lei 11.705 (Lei Seca): a tolerância a uma quantidade máxima de álcool pode levar um indivíduo avesso ao risco a cometer o crime, não apenas pela percepção imprecisa, mas também pelo fato da maximização se dar em um processo de embriaguez crescente, que o leva a um comportamento mais arriscado.

Palavras-chave: Beber e dirigir, Lei 11.705, Teoria da Utilidade Esperada.

JEL: K42, D81.

ABSTRACT

This paper proposes a theoretical formalization to analyze the drivers' decision about drinking and driving. The model is based on assumptions coming from both economic theory and empirical works testing the effect of alcohol on the behavior of people. This approach obtains two main results. The first one can be applied to all laws that require some "quantity" to characterize an action as a crime (psychological and moral harassment, drinking and driving). The result shows that people's uncertainty about how far they can go respecting the law may make them behave as a risk seeker. As consequence, there is a tendency even for risk avoiders to infringe the law. The second result is specifically about drinking and driving laws. According to the model, in countries that do not adopt zero-tolerance law, alcohol effect amplifies the first result, and makes risk avoiders behave as risk seekers.

Keywords: Drinking and driving; Law 11.705, Expected Utility Theory.

R: 25/10/12 **A:** 1/2/14 **P:** 30/3/15

¹ E-mail: rodrigoscopel@hotmail.com.

² E-mail: carlos.silva@puers.br.

1. Introdução

Ao longo das últimas décadas, a combinação de álcool e direção tem se tornado um problema mundial. Nos Estados Unidos foram registradas em 2008 mais de 34 mil mortes em acidentes de trânsito, das quais mais de 11 mil vítimas fatais estavam sob influência de álcool (NHTSA 2008)³. Na Grã Bretanha os acidentes de trânsito com motoristas alcoolizados ultrapassaram 14 mil em 2007 (IAS, 2010) e mais de 28 mil na Coréia do Sul para o mesmo ano.

No Brasil, conforme dados divulgados pelo Ministério da Saúde, morreram no ano de 2008 mais de 37 mil pessoas em acidentes de trânsito⁴. Segundo estudos realizados por Lima (2006 e 2008), acidentes de trânsito em geral geraram algo em torno de 30 bilhões de reais em prejuízos aos cofres públicos. Dentro desta realidade, diversos estudos apontaram que, em aproximadamente 45% dos acidentes fatais registrados, ao menos um dos condutores tinha níveis de álcool no sangue em padrões superiores ao permitido (Andrade et al, 2010; Pechanski et al, 2010; Pilon et al, 2005).

As primeiras legislações que incorporaram limites máximos de concentração de álcool no sangue e a utilização de testes científicos para comprovação dos níveis de alcoolemia datam de 1936 na Suécia e 1941 na Noruega, e acabaram por servir de modelo a todas as demais legislações posteriores. (Ross 1984)

Ainda segundo o autor, a utilização de um exame científico para constatação da embriaguez foi um grande avanço na detecção e punição dos infratores, levando a um significativo aumento da percepção dos agentes quanto à certeza da punição. A introdução de métodos científicos representou avanço tão expressivo que todas as legislações posteriores, que adotavam recursos técnicos para detecção e punição dos agentes, passaram a ser denominadas como *scandinavian-tipe laws*.

Porém, a profusão de leis e a compreensão de que dirigir sob influência de álcool (DSI⁵) era um problema social viriam à tona somente após sucessivos recordes no número de mortes por acidentes de trânsito, ocorridos principalmente na década de oitenta do século passado.

Nos EUA, entre 1981 a 1986, foram criadas mais de 726 leis contra bebida e direção (Kenkel, 1993). Suécia (Hubicka, 2009), Japão (Nagata et al., 2008) e Alemanha (Vollrath et al, 2005) têm experimentado, ao menos provisoriamente, reduções consideráveis no número de mortes por acidentes de trânsito associados a bebida e direção, especialmente pelo fato de terem adotado o sistema de tolerância zero aos limites de concentração de álcool no sangue para motoristas em geral⁶.

Estas mudanças, no Brasil, chegaram somente no ano de 2008 com a Lei 11.705. Na mesma linha das principais legislações mundiais sobre o tema, a nova lei adota um aumento nos níveis de punição aliado a uma política de tolerância zero de ingestão de bebida alcoólica como estratégia para

³ <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811172.pdf>

⁴ Indicadores e Dados Básicos para a Saúde - 2009 (IDB-2009)

⁵ No intuito de facilitar a descrição do comportamento determinado por Bebida e Direção, a exemplo da sigla em inglês (DUI), adotaremos a sigla DSI que significará aqui, dirigir sob influência de álcool.

⁶ Em conjunto com as iniciativas de diversos países, organismos internacionais têm dado atenção especial ao tema. Após alerta dado pela Organização Mundial da Saúde, que dedicou sua 60ª Assembleia Anual de Saúde de 2007 à discussão do problema e indicou que bebida e direção são responsáveis por quase 2% das mortes no mundo (World Health Organization, 2007), a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas – ONU, realizada em março de 2010, estabeleceu que o período que compreende os anos de 2011 à 2020 será a Década de Ação para a Segurança Viária (<http://www.un.org/en/roadsafety/>).

redução do número de acidentes de trânsito envolvendo indivíduos que fazem uso da combinação álcool e direção.⁷

Medidas que se caracterizam por certeza, severidade e celeridade da punição, têm sido adotadas pelos governos mundo afora, e constituem a essência da chamada Teoria da Dissuasão (*Deterrence Theory*). A Teoria da Dissuasão preconiza que um aumento na percepção por parte do indivíduo de que seus atos serão fiscalizados, e se flagrado em infração, será severa e rapidamente punido, teria o condão de detê-lo no cometimento do ato ilícito.

A ampla utilização da Teoria da Dissuasão se deve ao fato de que para o agente público responsável pelo *enforcement* da lei, ela se constitui num mecanismo de maior visibilidade política e de baixo custo econômico, especialmente quando a punibilidade for o foco principal (Meier 1999).

Entretanto, analisando o expressivo volume de trabalhos empíricos realizados sobre o tema nas últimas três décadas, percebe-se a falta de consenso sobre os resultados das políticas públicas adotadas neste período por diversos governos ao redor do mundo.

Em consonância com preceitos da teoria da dissuasão, diversos trabalhos demonstram que tal estratégia reduziu o número de acidentes envolvendo bebida e direção (Piliavin et. al., 1986; Kenkel, 1993; Wagenaar et. al, 1995; Voas et. al., 2000 Levitt e Porter, 2001.). Outros artigos concluem que os efeitos são temporários (Voas e Hause, 1987; Ross, 1992; Chaloupka et.al., 1993) ou ainda, que não alcançam o grupo principal de agentes que bebem e dirigem, naturalmente o público alvo das legislações sobre o tema (Houston e Richardson, Jr, 2004), uma vez que diferentes grupos reagem de forma distinta a novas legislações (Bertelli, 2010 e Constant et. al., 2011). Por fim, há estudos que demonstram que a adoção de políticas coercivas simplesmente não reduziu o número de motoristas alcoolizados (Evans et.al. 1991; Meier, 1994; Ross e Klette, 1995; Ruhm, 1996).

O presente artigo analisa diferentes estratégias de combate à prática de bebida e direção⁸ e, a partir de hipóteses baseadas tanto na teoria econômica quanto em trabalhos empíricos sobre os efeitos do álcool no sangue, procura formalizar a decisão do agente sob incerteza, através de um modelo teórico. Esta abordagem, que até onde conhecemos é inédita para o tema em questão e ainda fortalece o frutífero campo do direito e economia, ressalta a importância de políticas de “tolerância zero”, que não estabelecem limites máximos permitidos de ingestão alcoólica.

Este trabalho parte de três constatações, que serão detalhadas e analisadas nas próximas seções, para propor uma nova abordagem ao problema. A primeira constatação diz respeito ao fato de que a combinação álcool e direção, em países que não adotam política de “tolerância zero”, somente se constitui crime a partir de um limite estabelecido em lei. Em outras palavras, a ocorrência do crime depende da *quantidade* de álcool ingerida. Este aspecto quantitativo pode ser identificado também no crime de assédio moral e até corrupção, ao passo que um assalto a banco tem caráter “binário”: o crime não depende de excessos de conduta.

A segunda constatação é que, ainda em países que permitem o cidadão dirigir com alguma ingestão de bebida alcoólica, o indivíduo maximiza sua utilidade (esperada), através de uma análise de custo-benefício a cada gole (ou dose). Portanto, o processo de maximização percorre níveis crescentes de embriaguez.

⁷ Pela legislação brasileira, a tolerância zero é para aplicação de sanções administrativas, sendo que na concentração que compreende o intervalo entre 0,1 a 0,29mg de álcool por litro de sangue o agente pagará multa de R\$957,70 e perderá o direito de dirigir por 12 meses. Para valores superiores a 0,3mg será considerado crime de embriaguez ao volante, com pena prevista de 6 meses a 3 anos, multa, suspensão ou proibição do direito de dirigir.

⁸ Políticas alternativas baseadas na mudança das instituições no campo dos transportes ou recreação, ou ainda de educação e conscientização de motoristas, bem como evoluções tecnológicas que aumentem segurança nas estradas e veículos, embora conhecidas e de valor indiscutível, não serão avaliadas, pois fogem do objetivo central do trabalho.

Finalmente, a ingestão de álcool modifica o processo de decisão do agente. A percepção do indivíduo se altera possivelmente em três dimensões: quanto ao risco de ser flagrado, quanto ao custo da punição e, ainda, quanto à avaliação sobre o próprio grau de embriaguez.

Alguns trabalhos se aproximaram da abordagem utilizada neste artigo pelo fato de considerarem um dos aspectos citados acima. Cooter (1991 e 1997) admite a hipótese de mudanças de humor (ou lapsos) ocorridas com o indivíduo – especialmente os jovens –, o que poderia alterar temporariamente sua taxa de desconto, afetando assim, sua decisão na maximização intertemporal. Porém, os fatores considerados nesta fundamentação são endógenos ao indivíduo, e a lei não teria como alterar ou mitigar as inconstâncias de humor. Já na presente análise, o álcool é o agente deflagrador da alteração na percepção ou preferência do indivíduo e, conseqüentemente, do seu processo de decisão. Portanto, neste caso, a lei, quando proíbe a sua utilização, tem o poder de impedir que este indivíduo transite da condição inicial para a condição de embriaguez, eliminando as alterações da sua taxa de desconto ou, de uma maneira mais geral, de suas preferências.

Na próxima seção, o modelo teórico é apresentado. Os resultados são estabelecidos na seção 3, que também traz uma revisão de trabalhos empíricos sobre os efeitos do álcool no sangue que reforçam os resultados do modelo. Finalmente, as considerações finais compõem a quarta seção.

2. O Modelo

No trabalho seminal de Becker (1968), a preocupação central do autor é identificar ótimas políticas públicas e privadas de combate e punição ao crime. Dados os custos de fiscalização e os custos sociais da punição – que podem exceder os custos privados do criminoso condenado –, além dos prejuízos gerados pela ação criminosa, e considerando ainda que a quantidade de crime é negativamente correlacionada à proporção de crimes cujos autores são descobertos e condenados (p) e ao nível de punição (f), Becker (1968) encontra um ponto que minimiza a perda social, no qual as receitas marginais de p e f igualam seus custos marginais.

Ao contrário do proposto em Becker (1968), o presente trabalho reduz a abrangência da questão, analisando exclusivamente a decisão do agente, sem considerar explicitamente, portanto, os custos de fiscalização e punição e ainda os danos sociais que o infrator possa gerar. Por esta razão, o ponto em comum e fundamental entre os trabalhos é o fato de ambos considerarem a utilidade esperada como critério para a tomada de decisão. Inclui-se aqui, como aspecto fundamental da análise, o fato do indivíduo ter percepção imperfeita sobre uma das variáveis do modelo.

No modelo, a função utilidade é função da quantidade de álcool ingerida e da ocorrência ou não da punição.

$$U = U(h(x), g(f, p)) \quad (1)$$

Onde x é a quantidade de álcool ingerida, $h(x)$ é a função que representa a satisfação gerada pela bebida⁹ e $g(f,p)$ é a desutilidade potencial em função da punição f , que ocorrerá apenas sob duas condições: se o indivíduo for fiscalizado (com probabilidade p) e tiver excedido na quantidade ingerida. Por isso, a esperança de $g(f;p)$ será:

$$E(g(f, p)) = -pf \quad \text{para } x > x^* \quad (2)$$

⁹ Já descontados o custo monetário e eventuais indisposições futuras que a bebida pode gerar.

$$E(g(f, p)) = 0 \text{ para } x \leq x^* \quad (3)$$

Sendo x^* a quantidade máxima permitida por lei.

Assume-se no modelo que a função é aditiva. Assim, a utilidade esperada será:

$$E(U) = h(x) - pf \text{ para } x > x^* \quad (4)$$

$$E(U) = h(x) \text{ para } x \leq x^* \quad (5)$$

Assim, temos ainda que:

$$\frac{\partial E(U)}{\partial x} > 0 \text{ para } x \neq x^* \quad (6)$$

$$\frac{\partial E(U)}{\partial p} \leq 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial E(U)}{\partial f} \leq 0 \quad (8)$$

Note que variações de f não afetam a utilidade esperada desde que $x \leq x^*$. O mesmo ocorre no caso da fiscalização (p): um aumento da fiscalização – que, no caso da Lei Seca, seria um aumento na probabilidade do motorista ser parado em uma blitz – não trará nenhum custo adicional caso o indivíduo não tenha excedido o limite definido em lei ($x \leq x^*$).

Como a utilidade marginal de x é sempre positiva, no ponto de limite máximo permitido, $x = x^*$, há claramente uma descontinuidade da função utilidade do indivíduo, pois um único gole a mais faz com que ele cruze a fronteira da permitido / não permitido e passe a correr o risco de ser punido.

Porém, uma das hipóteses essenciais do modelo, como já mencionado, é que o indivíduo não conhece com precisão o nível de álcool no próprio sangue; ele apenas estima a probabilidade de estar próximo ou já ter passado o limite permitido. Mais especificamente, o agente estima a probabilidade da próxima dose (ou gole) ser aquela que o faça ultrapassar o limite máximo permitido, a partir de uma distribuição Gama.

Como já mencionado, a utilidade esperada, analisando a utilidade esperada marginal da próxima dose, que pode ser dividida em dois termos: (1) a utilidade marginal gerada pelo prazer do consumo da próxima dose e (2) a desutilidade esperada da próxima dose ser decisiva para a punição do indivíduo. Sendo assim, como condição suficiente para o agente beber mais uma dose, tem-se que:

$$\frac{\partial U}{\partial h(x)} \frac{\partial h(x)}{\partial x} - a(x)pf > 0 \quad (9)$$

Em que $a(x)$ corresponde à probabilidade percebida pelo indivíduo daquela dose romper o limite máximo permitido de álcool, definida aqui como a função de densidade de probabilidade de uma distribuição Gama:

$$a(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (10)$$

Neste caso, a utilidade marginal da próxima dose supera sua desutilidade marginal, representada pelo risco da punição.

Outro aspecto importante da distribuição Gama, ao contrário do que acontece com a distribuição Normal, é que $a(0) = 0$ para certos parâmetros. Isto significa que, se o indivíduo não ingeriu álcool, ele sabe que a probabilidade da medição apontar ingestão além do limite da lei é zero. Além disso, o domínio da função de densidade é $[0, \infty)$, com $a(x)_{x \rightarrow \infty} = 0$, características compatíveis com o modelo. Finalmente, a vantagem da distribuição Gama em relação a uma distribuição que pode ser entendida como um caso particular da Gama, como a distribuição qui-quadrada, é que trabalhar com uma distribuição mais geral oferece mais liberdade na escolha dos parâmetros, como será visto nas simulações propostas.

Entretanto, de maneira mais geral, pode-se definir a condição necessária e suficiente para o indivíduo continuar a ingestão de álcool além da quantidade x' como segue:

Para x' , $\exists x''$ tal que:

$$[h(x'') - h(x')] - [pf \int_{x'}^{x''} a(x) dx] > 0 \quad (11)$$

Se o indivíduo considerasse apenas a condição (9), ele seria míope: se a próxima dose apresentasse mais desutilidade devido ao risco da punição do que satisfação, ele interromperia o consumo, sem levar em conta custo e benefício das doses futuras. A condição necessária e suficiente (11) faz com que o indivíduo consuma mais desde que haja uma quantidade a partir de x' que lhe traga mais utilidade pela satisfação do que desutilidade pelo risco da punição, mesmo que marginalmente o custo supere o benefício.

Para a simulação e a ilustração do principal resultado do modelo, assume-se aqui que a utilidade gerada pelo álcool - considerando apenas a satisfação e não o risco de ultrapassar o limite - é definida como segue:

$$h(x) = 1 - e^{-x} \quad (12)$$

Desta forma, o indivíduo terá coeficiente de aversão ao risco constante e igual a 1, e $h(x)$ tende a 1 quando x tende ao infinito, representando uma saturação do prazer gerado pela bebida. Além de realista, esta suposição é fundamental para o resultado, pois, se a ingestão infinita de álcool gerasse benefício infinito, não haveria nível de punição/fiscalização que fizesse o indivíduo interromper o consumo de bebida.

3. Resultados

Na seção anterior, argumentei que, uma vez interpretado como princípio que requer a maximização da riqueza dos cidadãos em pior situação, o PD parece preconizar que as regras de RC, quando existam, sejam delineadas de maneira a minimizar os custos de acidentes. Para as perspectivas dos cidadãos em pior situação, é preferível um direito de acidentes que minimize custos a outro pelo qual se abra mão desse objetivo a fim de beneficiar os mais pobres, já que a riqueza excedente obtida

com o primeiro pode ser usada em favor dos menos afortunados com uma tributação combinada a políticas de transferência de renda.

O principal resultado do modelo pode ser apresentado através da proposição 1 abaixo:

Proposição 1: Assumindo que a função utilidade do indivíduo é definida como $U = U(h(x), g(f))$; onde $h(x) = 1 - e^{-x}$; e $g(x, f, p) = a(x)pf$ e ainda que $a(x)$ obedece uma distribuição Gama com parâmetros $\alpha = 2$ e $\beta = x^*$, existe parâmetros (f, p, x^*) tal que a incerteza em relação à quantidade ingerida é decisiva para o indivíduo ultrapassar o limite permitido por lei.

Seguindo o estabelecido pela proposição 1, a tarefa de prová-la se constitui em achar valores de f, p, x^* , tal que a presença de incerteza (função $a(x)$) seja determinante para o indivíduo ultrapassar o limite máximo definido pela lei. Em outras palavras, considerando determinados valores para f, p, x^* , o indivíduo, na ausência de incerteza, interrompe a ingestão antes de ultrapassar a fronteira que separa o permitido do não permitido, enquanto, sob incerteza, ele bebe além do permitido. A simulação que segue identifica valores que satisfazem estas condições.

Para a simulação, os parâmetros da distribuição Gama são escolhidos de tal forma que o indivíduo atribua a maior probabilidade quando $x = x^*$. Como em uma distribuição Gama, o valor de x correspondente ao ponto máximo da função de densidade de probabilidade é definida como:

$$\arg \max a(x) = \beta(\alpha - 1) \quad \text{para } \alpha > 1 \quad (13)$$

Além de $\alpha = 2$, tem-se que $\beta = x^* = 2, p = 0,1$, enquanto f assume três valores distintos: 4; 7 e 10.

Examina-se, inicialmente, a decisão do indivíduo na ausência de incerteza. Neste caso, se o indivíduo conhecer exatamente o valor de x , a condição 9 passa a ser a condição 9', como definido abaixo:

$$\frac{\partial U}{\partial h(x)} \frac{\partial h(x)}{\partial x} - pf > 0 \quad (9')$$

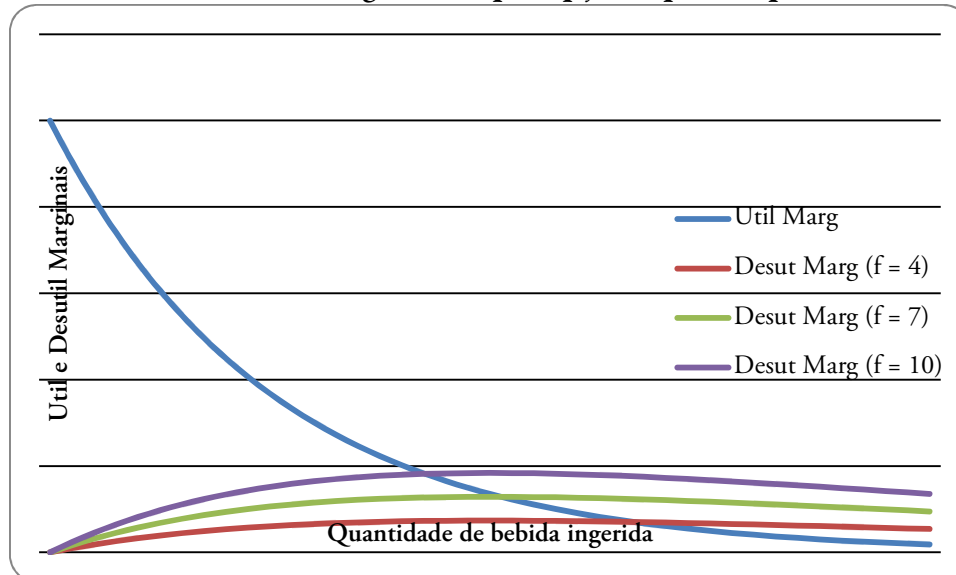
O primeiro termo, que representa o benefício advindo da bebida, a utilidade atingida quando $x = 2$ será de aproximadamente 0,8646 ($h(x = 2)$), enquanto a utilidade marginal gerada pela satisfação da bebida neste ponto será de aproximadamente 0,1353 (e^{-2}), exatamente a utilidade que resta para levá-lo à saturação ($h(x)_{x \rightarrow \infty} = 1$). No segundo termo, a desutilidade será a probabilidade de ser fiscalizado multiplicada pelo dano da punição (pf), que assumiriam os valores 0,4; 0,7 e 1 para, respectivamente, $f = 4; f = 7; f = 10$.

Portanto, quando o indivíduo conhece a quantidade ingerida, ultrapassar o limite permitido por lei não compensará em termos de custo-benefício em nenhum dos três casos.

A segunda parte da análise examina o caso de haver incerteza, ou seja, do indivíduo estimar a probabilidade da próxima dose romper o limite do permitido. Neste caso, seguindo uma função de

densidade de probabilidade da distribuição Gama, sua decisão será distinta para cada valor de f , como mostrado no gráfico (1)¹⁰.

Gráfico 1: Utilidade marginal com percepção imperfeita para $x^* = 2$.



Veja que para uma punição mais alta – $f = 10$ – o indivíduo, avesso ao risco, interrompe a ingestão de bebida aquém do limite máximo de 2. Neste caso, o medo da punição é tal, que a dúvida faz com que o indivíduo aja de maneira conservadora. Quando consideramos a punição intermediária, a interrupção se dá exatamente no limite permitido por lei. Finalmente, uma punição mais leve ($f = 4$) faz com que em nenhum momento o custo marginal da próxima dose seja maior que o benefício marginal, fazendo com que o indivíduo ultrapasse o limite estabelecido em lei.

Portanto, para $f = 4$, além de $\beta = x^* = 2$ e $p = 0,1$, tem-se o que era necessário para a prova da proposição 1: a existência de parâmetros que, apenas sob incerteza quanto á quantidade ingerida, fazem com que o indivíduo ultrapasse o limite máximo permitido.

Vale enfatizar que este resultado vai além da análise a respeito da decisão de beber e dirigir, e pode ser aplicado para todos os casos em que a lei trata de variáveis quantitativas, em que a *quantidade* define se houve crime. Além do tema tratado aqui, pode-se lembrar do crime de assédio moral e, em alguns casos, de corrupção. A percepção daquele que pratica o ato sobre ter ou não excedido o limite permitido perde importância nos casos em que o crime tem caráter “binário”, sem haver necessidade de análise sobre a quantidade/intensidade da atitude. Assalto a banco é claramente um exemplo deste último tipo¹¹.

O principal resultado até aqui – a incerteza sobre o próprio teor alcoólico no sangue faz com que o indivíduo não interrompa seu consumo em x^* – é válido, evidentemente, apenas para alguns intervalos dos parâmetros do modelo. Considere, por exemplo, p e/ou f próximos de zero. Neste caso, uma pequena utilidade marginal para a bebida fará com que o indivíduo sempre decida beber e

¹⁰ Tabela dos valores no Anexo 1

¹¹ O modelo poderia ser aplicado ainda não apenas ao álcool, mas a qualquer substância que obedeça às três constatações mencionadas na introdução: imposição de um limite máximo, consumo gradual e percepção imperfeita do indivíduo a respeito do seu próprio consumo.

dirigir, sob incerteza ou não. O fato dele não conhecer a dose que o fará cruzar a fronteira da infração passa a ser irrelevante para sua decisão.

Além do resultado formalizado na proposição 1, pode-se relacionar a política de fiscalização-punição, representada pelo produto pf , com a quantidade de álcool escolhida pelo indivíduo em seu processo de maximização, conforme estabelecido na proposição que segue:

Proposição 2: Assumindo as hipóteses estabelecidas na Proposição 1, e ainda que o indivíduo maximiza sua utilidade comparando utilidade e desutilidade marginais de cada gole (considera apenas condição (9) e não a condição (11)); haverá apenas um valor de pf que fará com que o indivíduo beba exatamente o limite máximo permitido (x^*), e este valor será

$$pf = \frac{x^*}{e^{x^*-1}}.$$

Segue a prova da proposição 2.

Note que, para qualquer valor de x^* , quando a quantidade ingerida (x) tende a zero, o benefício marginal (e^{-x}) tende a 1, enquanto o custo marginal $\frac{x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} pf$ tende a 0. Portanto, para quantidades muito baixas, o benefício marginal supera o custo marginal, o que garante a decisão de começar a beber.

O processo será interrompido quando o custo marginal igualar o benefício marginal. Para que o indivíduo beba exatamente a quantidade máxima permitida, os passos a seguir assumem a igualdade de custo e benefício marginais (equação 14) para o caso não apenas em que $\beta = x^*$, mas $\beta = x^* = x$, assim o custo marginal será iguala ao benefício marginal exatamente quando a quantidade ingerida x igualar a quantidade máxima permitida x^* .

$$e^{-x} = \frac{x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} pf \text{ para } \alpha = 2 \text{ e } \beta = x^* = x \quad (14)$$

Portanto, dado um limite máximo x^* , tem-se que:

$$pf = \frac{x^*}{e^{x^*-1}} \quad (15)$$

Em outras palavras, dado um limite máximo x^* , haverá sempre um único valor para pf que fará com que o indivíduo cesse a ingestão de álcool exatamente no limite máximo definido em lei, como estabelecido na proposição 2.

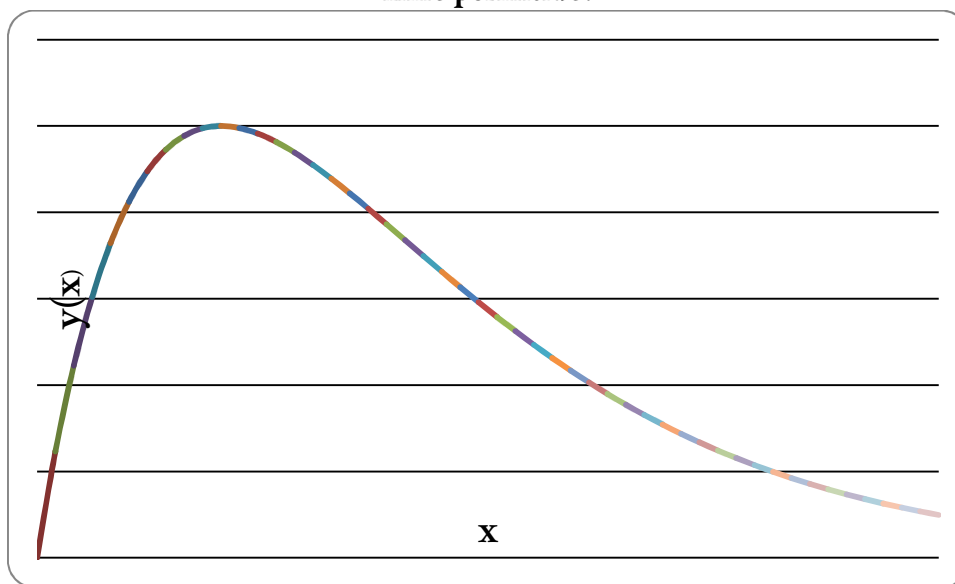
Finalmente, baseado na proposição 2, pode-se definir o corolário que segue:

Corolário 1: considerando as hipóteses estabelecidas na Proposição 1, caso o governo queira permitir que o indivíduo maximize sua utilidade, sem ultrapassar o limite estabelecido em lei, a política fiscalização-punição ótima (1) tende a zero quando o limite permitido também tende a zero, (2) é crescente em x^* no caso da lei ser rigorosa (x^* baixo) e decrescente a partir de certo valor.

Pode-se repetir o resultado da equação (15), agora como uma função $y(x) = \frac{x^*}{e^{x^*-1}}$ que, para qualquer valor de x^* , define a política fiscalização-punição que faz o indivíduo ingerir a quantidade máxima permitida por lei, sem ultrapassar o limite. Esta relação é descrita no gráfico 2 e pode ser melhor entendida a partir da derivada definida em (16):

$$\frac{\partial y(x)}{\partial x} = \frac{1-x}{e^{x-1}} \quad (16)$$

Gráfico 2: política punição-fiscalização $y(x)$ que faz com que o indivíduo beba até o limite máximo permitido.



O resultado da equação (14) permite estabelecer o seguinte corolário:

O que chama especialmente a atenção neste resultado – e, à primeira vista, parece contraintuitivo – é o fato de a função ser crescente para valores de x menores que 1. Isto significa que se o limite máximo de bebida passasse, por exemplo, de 0,3 para 0,7, considerando os valores da simulação acima, o governo precisaria aumentar a punição e/ou fiscalização para que o indivíduo eleve também seu consumo de 0,3 para 0,7. De fato, o aumento da punição/fiscalização é necessário porque, quando o indivíduo ultrapassa o limite antigo de 0,3, e se aproxima do novo de 0,7, seu nível de embriaguez já está mais alto, reduzindo a percepção do custo (punição/fiscalização) que, por sua vez, precisa ser ainda mais relevante. Já para níveis de x acima de 1, o benefício marginal da bebida cai o suficiente para que o custo (punição/fiscalização) possa ser reduzido também.

3.1. Introduzindo os efeitos do álcool na decisão do indivíduo

No modelo apresentado, o álcool não afeta a percepção do indivíduo, o que contradiz o senso comum. Considerando o foco deste trabalho, três aspectos importantes para o resultado do modelo parecem ser afetados pela ingestão de álcool, e trabalhos médicos serão apresentados para investigar a procedência destas suspeitas.

A primeira variável seria a percepção quanto ao seu próprio estado de embriaguez – o indivíduo tende a achar que está mais sóbrio do que está de fato. A segunda diz respeito à percepção e reação do indivíduo em relação ao risco de ser flagrado – ele subestima o risco de eventos negativos. Finalmente, a terceira é a desutilidade (projetada) caso o indivíduo seja punido – ele também subestima as consequências negativas de eventos indesejados. Se a experiência de um adulto tende a atestar os efeitos do álcool descritos acima, a literatura médica é utilizada aqui para reforçar essa impressão.

Com relação ao risco, Cherpitel (1993), Lane et. Al. (2004) e Frome et. al. (1997) confirmam a relação positiva entre o consumo de bebida alcoólica e a predisposição do agente em assumir riscos. Vale dizer que quando um indivíduo altera sua decisão e passa a adotar uma estratégia mais arriscada, esta mudança pode ter ocorrido por duas razões: diferente percepção sobre as probabilidades dos eventos (a crença de que “isso não vai me acontecer”) e/ou alteração da (des)utilidade dos eventos (o sentimento de que “não me importa se isso acontecer”). Portanto, não é possível, até aqui, identificar se a alteração se dá na percepção de p ou na desutilidade da punição - $U(f)$.

Entretanto, o trabalho de Lane et. al. (2004) merece uma atenção especial. Segundo os autores, embora do ponto de vista epidemiológico e clínico haja uma relação já bem estabelecida entre intoxicação alcoólica e a mudança de comportamento diante do risco (Cherpitel, 1999; Horwood e Fergusson, 2000; Martin, 2001), seus experimentos de laboratórios são os primeiros a confirmar tal relação. E, ainda mais importante, os autores estabelecem diferenças farmacológicas entre a sensibilidade em relação à *outcomes* prováveis (risco em geral) e a sensibilidade a punição e recompensa¹².

Portanto, esta breve revisão sobre os efeitos do álcool no comportamento do agente justifica a análise que segue e que modificaria o modelo proposto. Três importantes parâmetros poderiam ser considerados como variáveis endógenas e função da quantidade de álcool ingerida (x).

A primeira delas é a percepção do próprio consumo. Como o indivíduo tende a subestimar a quantidade já consumida, a quantidade percebida seria influenciada pela quantidade ingerida.

Na simulação, esta modificação poderia ser feita através da distribuição Gama, que neste caso passaria a ter novos parâmetros, para que o ponto de probabilidade máxima ficasse além da quantidade permitida por lei.

Com relação aos dois outros aspectos - p e $U(f)$ – não é difícil perceber que na medida em que o indivíduo (1) subestima a probabilidade de ser fiscalizado ou (2) reduz a desutilidade da punição, a utilidade marginal total aumenta. Assim, maior será a tendência de beber sem interrupção.

No caso em que o álcool reduz a desutilidade da punição e a probabilidade estimada da fiscalização, além de subestimar a quantidade já ingerida, o indivíduo tem uma tendência mais forte de ultrapassar o limite definido pela lei. Independente da fórmula específica, a subestimação da probabilidade de fiscalização, a redução da desutilidade da punição e a subestimação da quantidade ingerida não podem ter outro efeito senão o aumento da utilidade marginal total da bebida.

Os efeitos do álcool, portanto, tornam a percepção ainda mais falha, o que reforça a tendência do indivíduo ultrapassar o limite permitido por erro na interpretação das variáveis envolvidas. As leis que estabelecem tolerância zero eliminam este problema, pois tratam a questão de maneira qualitativa – beber qualquer quantidade antes de dirigir configura-se em crime.

¹² Lane et. Al (2004, p. 76): “The brain’s response to probabilistic outcomes (e.g. trial outcomes with gain-loss probability of 0.5) is modulated by dopaminergic neurons in midbrain (Breiter et al. 2001; Fiorillo et al. 2003), and these same dopamine circuits are activated by alcohol administration (Brodie et al. 1990; Engleman et al. 2003). (...) Most notably, alcohol produces substantial changes in the GABAA receptor system (Julien 1995). The fact that other drugs (benzodiazepines) that also have action on GABAA receptors may produce similar disinhibitory effects (Bond 1998) and changes in sensitivity to reward and punishment (Carlton et al. 1981; Auta et al. 1995), suggest that this system is also important in the psychopharmacology of risk-taking”

4. Considerações finais

Este trabalho procurou formalizar a decisão do motorista com relação à quantidade de álcool a ser ingerida. A percepção imperfeita do indivíduo sobre a quantidade máxima permitida por lei é a hipótese fundamental do modelo básico e responsável pelo primeiro resultado: a tolerância para pequenas quantidades obriga o indivíduo a estimar a probabilidade de adições marginais ultrapassar o máximo permitido. Assim, o custo marginal da bebida é distribuído (e diluído) para todos os valores de x , e não integralmente concentrado no ponto da quantidade máxima permitida, como seria no caso da percepção ser perfeita.

Apesar da relativa simplicidade do modelo, os resultados têm aplicação abrangente. Para os casos em que a legislação define uma quantidade mínima necessária para a caracterização do crime e, cuja fronteira não é objetivamente percebida pelo indivíduo - mesmo que seja objetivamente definida pela legislação, como no caso da Lei seca - a percepção imperfeita reduz o custo do indivíduo de cruzar a fronteira que separa o ato permitido do criminoso. Assédio moral e alguns casos de corrupção certamente se enquadram neste perfil.

O assédio moral¹³, por exemplo, deve ser caracterizado pelo constrangimento ou chantagem imposta à outra parte. Se um(a) condenado(a) pelo crime de assédio moral soubesse *ex ante* do momento específico em que a tal fronteira seria cruzada, possivelmente ele(a) não a teria cruzado. Como já mencionado, evidentemente a percepção imperfeita apenas será determinante, se os parâmetros estiverem dentro de um intervalo. Para ilustrar este ponto, imagine que a probabilidade de fiscalização ou condenação seja muito próxima de zero. Neste caso, o indivíduo com utilidade positiva em praticar o assédio o fará, independente da sua percepção.

Quando os efeitos do álcool são analisados, os resultados ficam ainda mais evidentes, porque neste caso impor um limite máximo permitido traz um problema adicional ao cumprimento da lei: aqueles que usufruem deste limite correm o risco de alterar sua percepção não apenas em relação à dose exata que o faria infringir a lei, mas também em relação à probabilidade de ser fiscalizado e, ainda, à desutilidade gerada pela punição.

As legislações sobre o tema que não permitem nenhuma quantidade de álcool no sangue dão ao crime um caráter qualitativo, eliminando o problema da percepção imperfeita.

Diante da falta de consenso da literatura empírica, a formalização da decisão do agente pode lançar luz sobre caminhos para futuras investigações. Este trabalho chama a atenção, entre outros aspectos, para o fato de que a decisão de parte dos motoristas¹⁴ que bebem além do permitido é tomada sob condições especiais - a incerteza quanto à quantidade já ingerida soma-se à mudança comportamental em função dos efeitos do álcool.

A principal limitação do trabalho reside na relativa simplicidade do modelo, que analisa exclusivamente a decisão do motorista, sem incluir o governo e políticas alternativas. Apesar de o modelo identificar problemas relativos às legislações que dão um caráter quantitativo ao crime, especialmente quando o tema é relativo ao consumo de álcool, a extensão do trabalho a partir da construção de um jogo com a participação do governo poderia trazer novos *insights* à análise.

¹³ O crime de assédio moral nas relações trabalhistas é reconhecido e punido pela jurisprudência em todo o Brasil. O anteprojeto do novo Código Penal descreve no artigo 146-a: desqualificar, reiteradamente, por meio de palavras, gestos ou atitudes, a autoestima, a segurança ou a imagem do servidor público ou empregado em razão de vínculo hierárquico funcional ou laboral. Pena: Detenção de 3 (três) meses a um ano e multa."

¹⁴ Motoristas que saem de casa sóbrios e decididos a extrapolar o limite permitido não se enquadram nesta análise.

5. Referências bibliográficas

- Andrade, Artur Guerra, Duarte, Paulina do Carmo Arruda Vieira e Oliveira, Lucio Garcia de (2010), *I Levantamento Nacional sobre o uso de Álcool, Tabaco e outras Drogas entre Universitários das 27 capitais brasileiras*. Brasília: Senad, 2010. 284p.
- Becker, Gary S. (1968), Crime and Punishment: An Economic Approach. *Journal of Political Economy*. 76, 169-217.
- Bertelli, Anthony (2010), The Behavioral Impact of Drinking and Driving Laws. *Policy Studies Journal*. 36, 545-569.
- Chaloupka, Frank J., Saffer, Henry e Grossman, Michael (1993), Alcohol Control Policies and Motor Vehicle Fatalities. *Journal of Legal Studies*. 22, 161-86.
- Cherpytel, Cheryl J. (1993), Alcohol, Injury and Risk Taking Behavior. Data from national sample. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*. 17, 762 a 766.
- Constant, Aymery, Encrenaz, Gaelle, Zins, Marie, Lafont, Sylvane, Chiron, Mireille, Lagarde, Emmanuel e Messiah, Antoine (2011). *Alcohol and Alcoholism*. 46, 729-733.
- Cooter, Robert (1991), Lapses, Conflict, and Akrasian in Torts and Crimes: Towards an Economic Theory of the Will. *International Review of Law and Economics*. 11, 149-164.
- Cooter, Robert (1997), *Models of Morality in Law and Economics: Self-Control and Self-Improvement for the "Bad Man" of Holmes*. University of California, Berkeley, Selected Works.
- Evans, William N., Neville, Doreen e Grahan, John D. (1991), General Deterrence of Drunk Driving: Evaluation of Recent American Policies. *Risk Analysis* 11, 279-89.
- Fromme, Kim, Katz, Elizabeth e D'Amico, Elizabeth (1997), Effects of Alcohol Intoxication on the Perceived Consequences of Risk Taking. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*. 5, 14-23.
- Horwood, L.J. e Fergusson D.M. (2000), Drink Driving and Traffic Accidents in Young People. *Accident Analysis and Prevention*. 32, 805-814.
- Houston, David J. e Richardson Jr, Lilliard E. (2004), Drinking-and-Driving in America: A Test of Behavioral Assumptions Underlying Public Policy. *Political Research Quarterly*. 57, 53-64.
- Hubica, Beata (2009), *Characteristics of Drunk Drivers in Sweden: Alcohol problems, Detection, Crime Records, Psychosocial Characteristics, Personality Traits and Mental Health*. Karolinska Institute; 54p.
- Institute of Alcohol Studies, Drinking & Driving, 2010.p.21.
- Kahneman, Daniel e Tversky, Amos (1979), Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. *Econometrica*. 47, 263-291.
- Kahneman, Daniel (2003), Maps of Bounded Rationality: A Perspective on Intuitive Judgment and Choice. In T. Frangsmyr [Nobel Foundation], (Ed.), *Les Prix Nobel: The Nobel Prizes 2002* (pp. 449-489). Stockholm, SE: The Nobel Foundation.
- Kenkel, Donald S. (1993), Drinking, Driving, And Deterrence: The Effectiveness and Social Costs of Alternative Policies. *Journal of Law & Economics*. 36, 877-913.
- Lane, Scott D., Cherek, Don R., Pietras, Cynthia J. e Tcheremissine, Oleg V. (2004), Alcohol Effects on Human Risk Taking. *Psychopharmacology*. 172, 68-77.
- Levitt, Steven D. e Porter, Jack (2001), How Dangerous Are Drinking Drivers? *Journal of Political Economy*. 109, 1198-1237.

- Lima, Ieda Maria de Oliveira (2006), *Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras*. Relatório Executivo – Brasília: IPEA/DENATRAN/ANTP.
- Lima, Ieda Maria de Oliveira; Greve, Julia e Morita, Patrícia Alessandra (2008), *Metodologia para Estimativa de Custos de Cuidados com Saúde: análise de fatores de gravidade e recomendações para redução de custos*, Brasília: Ipea. 44p.
- Martin, S.E. (2001), The Links Between Alcohol, Crime and the Criminal Justice System: explanations, evidence and interventions. *American Journal Addiction*, 10, 136-158.
- Meier, Kenneth J. (1994), *The Politics of Sin: Drugs, Alcohol and the Public Policy*. Armonk: Sharpe.279p
- Meier, Kenneth J. (1999), Drugs, Sex, Rock, and Roll: A Theory of Morality Politics. *Policy Studies Journal*. 27, 681-695.
- Nagata, Takashi, Hemenway e Perry, Melissa J. (2006), The Effectiveness of a New Law to Reduce Alcohol-Impaired Driving in Japan. *Japan Medical Association Journal*. 49, 365-369.
- National Highway Traffic Safety Administration. 2008. *Traffic Safety Annual Assessment*. <http://www.nhtsa.dot.gov>
- Piliavin, Irving, Gartner, Rosemary, Thornton, Craig e Matsueda, Ross L. (1986), Crime, Deterrence and Rational Choice. *American Sociological Review*. 51, 101-119.
- Pechansky, Flávio, Duarte, Paulina do Carmo Arruda Vieira, De Boni, Raquel Brandini (2010), *O Uso de Bebidas Alcoólicas e outras Drogas nas Rodovias Brasileiras*. Porto Alegre : Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas; 121p.
- Pillon SC, O'Brien B, Chavez KA. (2005), The Relationship Between Drugs use and Risk Behaviours in Brazilian University Students. *Rev Latinoamericana de Enfermagem*. 2005, 13: 169-76.
- Ross, H. Laurence (1984), Social Control Through Deterrence: Drinking-And-Driving Laws. *Annual Review of Sociology*. 10, 21-35.
- Ross, H. Laurence (1992), *Confronting the Drunk Driver: Social Policy for Saving Lives*. New Haven, Yale University Press. 235p.
- Ross, H. Laurence e Klette, Hans (1995), Abandonment of Mandatory Jail for Impaired Drivers in Norway and Sweden. *Accident Analysis and Prevention*. 27, 151-57.
- Ruhm, Christopher J. (1996), Alcohol Policies and Highway Safety Fatalities. *Journal of Health Economics*. 15, 435-54.
- Tversky, Amos e Kahneman, Daniel (1974), *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. *Science*. 185, 1124 a 1131.
- Voas, Robert B. e Hause, J. (1987). *Deterring the Drinking Driver: The Stockton Experience*. *Accident Analysis and Prevention* 19, 81-90.
- Voas, Robert B., Tippetts, A. Scott e Fell, James (2000). The Relationship of Alcohol Safety Laws to Drinking Drivers in Fatal Crashes. *Accident Analysis and Prevention* 32, 483-92.
- Vollrath, M, Krüger, H.P. e Löbmann (2005), Driving under the Influence of Alcohol in Germany and the effect of Relaxing the BAC Law. *Transportation Research*; 41, 377-393.
- Wagenaar, Alexander C., Zobeck, Terry S., Williams, Gerald D. e Hingson, Ralph (1995), Methods Used in Studies of Drink-Drive Control Efforts: A Meta-Analysis of the Literature from 1960 to 1991. *Accident Analysis and Prevention*. 27, 307-316.

Anexo I: Tabela AI: Utilidade marginal em função de x para diferentes valores de f .

Quant. de Bebida (x)	Utilidade Marg.	Desutilidade Marginal		
		$f = 4$	$f = 7$	$f = 10$
0	1	0	0	0
0,1	0,9048	0,0095	0,0166	0,0238
0,2	0,8187	0,0181	0,0317	0,0452
0,3	0,7408	0,0258	0,0452	0,0646
0,4	0,6703	0,0327	0,0573	0,0819
0,5	0,6065	0,0389	0,0681	0,0974
0,6	0,5488	0,0444	0,0778	0,1111
0,7	0,4966	0,0493	0,0863	0,1233
0,8	0,4493	0,0536	0,0938	0,1341
0,9	0,4066	0,0574	0,1004	0,1435
1	0,3679	0,0607	0,1061	0,1516
1,1	0,3329	0,0635	0,1111	0,1587
1,2	0,3012	0,0659	0,1153	0,1646
1,3	0,2725	0,0679	0,1188	0,1697
1,4	0,2466	0,0695	0,1217	0,1738
1,5	0,2231	0,0709	0,1240	0,1771
1,6	0,2019	0,0719	0,1258	0,1797
1,7	0,1827	0,0727	0,1272	0,1817
1,8	0,1653	0,0732	0,1281	0,1830
1,9	0,1496	0,0735	0,1286	0,1837
2	0,1353	0,0736	0,1288	0,1839
2,1	0,1225	0,0735	0,1286	0,1837
2,2	0,1108	0,0732	0,1282	0,1831
2,3	0,1003	0,0728	0,1274	0,1821
2,4	0,0907	0,0723	0,1265	0,1807
2,5	0,0821	0,0716	0,1253	0,1791
2,6	0,0743	0,0709	0,1240	0,1771
2,7	0,0672	0,0700	0,1225	0,1750
2,8	0,0608	0,0690	0,1208	0,1726
2,9	0,0550	0,0680	0,1190	0,1701
3	0,0498	0,0669	0,1171	0,1673
3,1	0,0451	0,0658	0,1151	0,1645
3,2	0,0408	0,0646	0,1131	0,1615
3,3	0,0369	0,0634	0,1109	0,1584
3,4	0,0334	0,0621	0,1087	0,1553
3,5	0,0302	0,0608	0,1064	0,1521
3,6	0,0273	0,0595	0,1041	0,1488

3,7	0,0247	0,0582	0,1018	0,1454
3,8	0,0224	0,0568	0,0995	0,1421
3,9	0,0202	0,0555	0,0971	0,1387
4	0,0183	0,0541	0,0947	0,1353
