

**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS  
ESCOLA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**Christiam Miguel Gonzales Chávez**

**Três Ensaaios em Economia Aplicada**

Rio de Janeiro

2015

**Christiam Miguel Gonzales Chávez**

## **Três Ensaaios em Economia Aplicada**

Tese para obtenção do grau de Doutor  
em Economia apresentada à Escola de  
Pós-Graduação em Economia da  
Fundação Getulio Vargas.

Área de concentração: Econometria.

Orientador: Renato Galvão Flôres Junior

Rio de Janeiro

2015

Gonzales Chávez, Christiam Miguel

Três ensaios em economia aplicada / Christiam Miguel Gonzales Chávez. –  
2015.  
97 f.

Tese (Doutorado) - Fundação Getulio Vargas, Escola de Pós-Graduação em  
Economia.

Orientador: Renato Galvão Flôres Junior.

Inclui bibliografia.

1. Modelos econométricos. 2. Pesca – Aspectos econômicos. 3. Recursos  
naturais renováveis. 4. Coercibilidade do direito. 5. Teoria do controle. 6.  
Reincidência. 7. Crime. I. Flôres Junior, Renato Galvão. II. Fundação Getulio  
Vargas. Escola de Pós- Graduação em Economia. III. Título.

CDD – 330.015195

**CHRISTIAM MIGUEL GONZALES CHÁVEZ**

**“TRÊS ENSAIOS EM ECONOMIA APLICADA”**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Economia da Escola de Pós-Graduação em Economia para obtenção do grau de Doutor em Economia.

Data da defesa: 27/02/2015

Aprovada em:

**ASSINATURA DOS MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Renato Galvão', is written over a horizontal line.

**Renato Galvão Flôres Junior**  
Orientador (a)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Humberto Ataíde', is written over a horizontal line.

**Humberto Luiz Ataíde Moreira**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ronaldo Seroa', is written over a horizontal line.

**Ronaldo Seroa Da Motta**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edson D. Lopes', is written over a horizontal line.

**Edson Daniel Lopes Gonçalves**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rafael Martins', is written over a horizontal line.

**Rafael Martins De Souza**

“O que há dentro do meu coração  
eu tenho guardado para te dar.  
E todo o tempo  
que Deus tem para me conceder  
é teu até o infinito.”

À minha esposa Cecilia Rosas Meneses  
quem é o amor da minha vida minha reina minha Nenita.

## Agradecimentos

Agradeço ao meu mestre e orientador Renato Galvão Flôres Junior, cujos conselhos foram muito além do que espera-se de uma relação de orientador e orientando. Sem dúvida a presente tese não teria sido possível sem a ajuda do meu grande mestre Prof. Renato Flôres.

Agradeço à minha amada esposa Cecilia, minha Nenita, e ao meu querido filho Santiago, meu Santiaguito, por ambos terem me dado sempre a força e o apoio para que eu nunca desistisse. Vocês sabem que são o mais valioso que eu tenho na vida e que me inspiram continuamente não unicamente a dar sempre o melhor de mim e ser uma melhor pessoa senão também a ser um melhor esposo e pai.

Nenita tú eres la mejor esposa y amiga que yo alguna vez podría haber imaginado. Todos los días agradezco a Dios por haberme bendecido al tener la mejor familia del mundo con Nenita y Santiaguito.

Agradeço aos meus pais Miguel e Miriam por sempre terem sido um exemplo para mim e por terem me mostrado a importância da educação e de sempre dar o melhor e o máximo esforço nas tarefas que nos corresponde fazer. Agradeço também pelo sacrifício que sempre tiveram que fazer para nos educar a mim e aos meus irmãos.

Agradeço aos meus irmãos por serem os melhores irmãos que eu pude ter e serem também os melhores meninos que eu conheço. Sempre foram e são um exemplo para mim.

Agradeço a Carlos Gutierrez, o Carloncho, por ser um irmão para mim. Sem dúvida a experiência de morar num outro país foi muito mais fácil e menos dura tendo a você como meu camarada.

Agradeço a Rodrigo Leandro de Moura, o Rodrigao, por ser meu amigo e uma das pessoas mais certas e inteligentes que eu conheço. Rodrigo a tua amizade me faz sentir orgulhoso.

Agradeço ao Mauro Gutierrez e a Pilar Ayala por serem nossos amigos, meus e da Cecilia. Agradeço vocês por formarem parte da nossa família e por serem nosso modelo de família. Assim mesmo, agradeço ao Mauro por ser meu coautor no terceiro capítulo da tese.

Agradeço a todos os meus colegas e amigos que fiz ao longo dos meus estudos de doutorado na EPGE-FGV. Todos eles contribuíram a que o doutorado seja uma das melhores experiências da minha vida.

Agradeço a todos os professores da EPGE-FGV por terem sido ótimos professores e amigos. Estou muito orgulhoso de ter feito o doutorado na EPGE-FGV e ter conseguido concluí-lo satisfatoriamente. Certamente é a melhor Escola de Economia do Brasil.

Agradeço a todos os membros da banca da minha defesa do doutorado. Todos eles são ótimos acadêmicos, pesquisadores e amigos.

Por último, agradeço a todos os funcionários da FGV que sempre me deram o apoio que necessitava para poder obter o máximo proveito dos meus estudos de doutorado na EPGE-FGV.

## Resumo

A tese é constituída por três artigos: “Regulação Ótima de Pescarias com Imperfeito *Enforcement* dos Direitos de Propriedade”, “Estimação de um Modelo Generalizado de Pesca” e “Fatores Condicionantes da Reincidência Criminal no Chile”.

No Capítulo 1, num contexto de *enforcement* imperfeito e custoso dos direitos de propriedade, é desenvolvido um modelo bioeconômico para determinar a captura ótima na exploração de recursos hidrobiológicos. Os resultados mostram que: (i) o stock do recurso em estado estacionário é menor quando o *enforcement* é imperfeito e custoso que quando é perfeito e sem custo, (ii) se o stock do recurso em estado estacionário com *enforcement* perfeito e sem custo é menor ao de máximo rendimento sustentável, então a quota de captura ótima com *enforcement* imperfeito e custoso é menor à respetiva quota quando o *enforcement* é perfeito e sem custo, e (iii) o stock do recurso em estado estacionário com *enforcement* imperfeito e custoso é maior ao stock do recurso quando a pescaria é de livre acesso.

Contudo a gestão ótima dos recursos pesqueiros requer o conhecimento dos seus parâmetros bioeconômicos, porém implementar estudos para obter informação do stock do recurso é muito custoso e está sujeito a erros de mensuração. Assim, no Capítulo 2 são estimados os parâmetros bioeconômicos para a captura de anchoveta peruana. A metodologia baseia-se em Zhang e Smith (2011). Os parâmetros bioeconômicos são obtidos a traves de uma estimação econométrica em dois estágios utilizando dados microeconômicos associadas às embarcações que contam com permissão para capturar anchoveta. O método do *bootstrap* é utilizado para corrigir os erros padrão das estimativas obtidas pela metodologia em dois estágios.

Os parâmetros estimados são utilizados para o stock ótimo e a captura ótima de anchoveta em estado estacionário. Assim mesmo, comparar-se o stock ótimo com o stock observado conclui-se que a pescaria da anchoveta peruana tem estado continuamente sujeita à sobre-exploração.



Por último o Capítulo 3 é um esforço por estudar os fatores de reincidência criminal no Chile, uma área de pesquisa que tem sido escassamente explorada em América Latina, embora da sua importância na agenda pública e dada a crença da sociedade chilena que a criminalidade é explicada fundamentalmente por criminais reincidentes. A aproximação escolhida no presente estudo analisa a reincidência a partir da imputação. Para estudar os determinantes a reincidência, utiliza-se um modelo econométrico binário, o modelo Probit, que permite analisar como a idade, sexo, e o tipo de delitos cometidos, afetam a probabilidade de reincidência. Observa-se que na maior dos casos os estimadores apresentam o sinal esperado.

**Palavras Chave:** economia dos recursos naturais, economia da pesca, gestão ótima do stock dos recursos naturais, *enforcement* das leis, teoria do controle ótimo, modelos de dados de panel, reincidência criminal, acumulação de capital humano, modelos Probit.

# Introdução

A tese se dedica ao estudo de modelos microeconômicos e econométricos com o intuito de estudar temas associados à geração de incentivos para: (i) a melhora da eficácia no *enforcement* das leis para a exploração ótimas dos recursos naturais renováveis e (ii) diminuir a reincidência criminal.

No Capítulo 1, num contexto de *enforcement* imperfeito e custoso dos direitos de propriedade, é desenvolvido um modelo bioeconômico para determinar a captura ótima na exploração de recursos hidrobiológicos. Os resultados mostram que: (i) o stock do recurso em estado estacionário é menor quando o *enforcement* é imperfeito e custoso que quando é perfeito e sem custo, (ii) se o stock do recurso em estado estacionário com *enforcement* perfeito e sem custo é menor ao de máximo rendimento sustentável, então a quota de captura ótima com *enforcement* imperfeito e custoso é menor à respectiva quota quando o *enforcement* é perfeito e sem custo, e (iii) o stock do recurso em estado estacionário com *enforcement* imperfeito e custoso é maior ao stock do recurso quando a pescaria é de livre acesso.

Contudo a gestão ótima dos recursos pesqueiros requer o conhecimento dos seus parâmetros bioeconômicos, porém implementar estudos para obter informação do stock do recurso é muito custoso e está sujeito a erros de mensuração. Assim, no Capítulo 2 são estimados os parâmetros bioeconômicos para a captura de anchoveta peruana. A metodologia baseia-se em Zhang e Smith (2011). Os parâmetros bioeconômicos são obtidos a traves de uma estimação econométrica em dois estágios utilizando dados microeconômicos associadas às embarcações que contam com permissão para capturar anchoveta. O método do *bootstrap* é utilizado para corrigir os erros padrão das estimativas obtidas pela metodologia em dois estágios.

Os parâmetros estimados são utilizados para o stock ótimo e a captura ótima de anchoveta em estado estacionário. Assim mesmo, comparar-se o stock ótimo com o stock observado conclui-se que a pescaria da anchoveta peruana tem estado continuamente sujeita à sobre-exploração.

Por último o Capítulo 3 é um esforço por estudar os fatores de reincidência criminal no Chile, uma área de pesquisa que tem sido escassamente explorada em América Latina, embora da sua importância na agenda pública e dada a crença da sociedade chilena que a criminalidade é explicada fundamentalmente por criminais reincidentes. A aproximação escolhida no presente estudo analisa a reincidência a partir da imputação. Para estudar os determinantes a reincidência, utiliza-se um modelo econométrico binário, o modelo Probit, que permite analisar como a idade, sexo, e o tipo de delitos cometidos, afetam a probabilidade de reincidência. Observa-se que na maior dos casos os estimadores apresentam o sinal esperado.

# Sumário

Capítulo 1 .....	9
Regulação Ótima de Pescarias com Imperfeito <i>Enforcement</i> dos Direitos de Propriedade .....	9
1.1. Introdução.....	9
1.2. Literatura relacionada.....	13
1.3. Análise Preliminar .....	15
1.4. O Modelo .....	19
1.5. Conclusões .....	27
Capítulo 2 .....	38
Estimação de um Modelo Generalizado de Pesca .....	38
1.1. Introdução.....	39
1.2. O Modelo .....	41
1.3. O Método de Estimação de Dois Estágios .....	45
1.4. Aplicação do Modelo à Pescaria da Anchoвета Peruana.....	48
1.5. Simulação da Captura Ótima e sua Comparação com a Captura Atual na Pescaria da Anchoвета Peruana.....	52
1.6. Conclusões .....	55
Capítulo 3 .....	60
Fatores Condicionantes da Reincidência Criminal no Chile .....	60
3.1. Introdução.....	61
3.2. Fatos estilizados .....	63
3.3. Revisão da Literatura .....	66
3.4. Modelo econométrico .....	70
3.5. Resultados.....	73

3.6.	Conclusões .....	77
------	------------------	----

## Capítulo 1

# Regulação Ótima de Pescarias com Imperfeito *Enforcement* dos Direitos de Propriedade

Num contexto de *enforcement* imperfeito e custoso dos direitos de propriedade é desenvolvido um modelo bioeconômico para determinar a captura ótima na exploração de recursos hidrobiológicos. Os resultados mostram que: (i) o stock do recurso em estado estacionário é menor quando o *enforcement* é imperfeito e custoso que quando é perfeito e sem custo, (ii) se o stock do recurso em estado estacionário com *enforcement* perfeito e sem custo é menor ao de máximo rendimento sustentável, então a quota de captura ótima com *enforcement* imperfeito e custoso é menor à respectiva quota quando o *enforcement* é perfeito e sem custo, e (iii) o stock do recurso em estado estacionário com *enforcement* imperfeito e custoso é maior ao stock do recurso quando a pescaria é de livre acesso.

### 1.1. Introdução

Segundo Ostrom, Gardner e Walker (2006) existem três tipos de externalidades associadas à pescaria: de apropriação, tecnológica e de alocação. A externalidade de apropriação surge como consequência que os pescadores decidem quanto pescar sem considerar o efeito que estas capturas têm sobre os outros pescadores que dependem do mesmo stock do recurso pesqueiro.

Quanto menor o stock do recurso maior o custo marginal das capturas e menor a produtividade marginal por unidade de esforço pesqueiro.

A externalidade tecnológica emerge quando fisicamente os pescadores interferem uns aos outros. Wilson (1982) sinala que os pescadores, por diversos motivos, encontram vantajoso pescar perto de outros pescadores.

Dado que a distribuição dos peixes no mar não é uniforme, então surge um problema de alocação quando os pescadores de forma descoordenada têm que decidir quais pescadores podem pescar nas áreas mais produtivas do mar. Este problema é conhecido como de externalidade de alocação.

Desta forma no mercado de extração de recursos pesqueiros é necessária a intervenção do Estado a traves de alguma regulação para corrigir os potenciais problemas que poderiam gerar-se num sistema de livre acesso à exploração destes recursos pesqueiros. Quando não existem restrições ao acesso e os direitos de propriedade dos recursos não estão bem definidos, origina-se um processo de esgotamento do recurso que potencialmente poderia o levar à sua extinção (Clark, 1990).

Num sistema de livre acesso à exploração dos recursos pesqueiros, as capturas realizadas por cada um dos pescadores do recurso geram externalidades sobre o lucro que obtêm os outros pescadores do mesmo recurso. Ao incrementar-se as capturas, diminui o stock do recurso e, por tanto, incrementam-se o custo de captura (Berck, 1979).

Na atualidade, como consequência desta falha de mercado a maior parte das pesqueiras no mundo são reguladas por algum tipo de sistema de quotas individuais de pesca (Wilén, 2000). Porém, existem dois problemas associados aos sistemas de quotas individuais de pesca e que ainda não existem soluções gerais nem amplamente aceitas: a pesca ilegal e os descartes.

A pesca ilegal é definida como a captura do recurso que não é notificada ao Regulador da pesca e, por tanto, não é considerada como parte das quotas de pesca. Igualmente, se a multa estabelecida pelo Regulador, com a finalidade de sancionar aos pescadores que são detectados realizando atividades de pesca ilegal, é inferior ao mínimo necessário para eliminar os incentivos a este tipo de atividade, então o pescador continuará realizando atividades de pesca ilegal.

Por outro lado, se diferentes qualidades do recurso hidrobiológico são agregadas dentro de uma mesma quota de pesca<sup>1</sup>, o pescador pode ser induzido a descartar as capturas de baixa qualidade para, assim, maximizar o retorno bruto por tonelada de quota de pesca.

Em relação ao problema dos descartes existem algumas propostas que procuram atenuar este problema<sup>2</sup>. No entanto, refinamentos ao sistema de quotas individuais de pesca não eliminam os incentivos à pesca ilegal, de modo que o único mecanismo disponível consiste em estabelecer onerosos sistemas de controle e vigilância das atividades pesqueiras.

Porém, embora tenham sido implementados complexos sistemas de controle e vigilância, existem estudos que mostram que a pesca ilegal ainda é um problema significativo em muitas das pescarias reguladas através de quotas individuais. Por exemplo, Bank et al. (1997) estima que a pesca ilegal representa entre 10 e 30% das capturas legais.

---

<sup>1</sup> Por exemplo, na pescaria peruana de anchoveta está proibida a captura de peixes jovens, porém ao não existir mecanismos perfeitos que permitam, *ex ante* à captura, discriminar perfeitamente se o cardume observado está conformado maioritariamente por adultos ou jovens, então geram-se incentivos ao descarte quando observa-se *ex post* que a captura contém uma porcentagem considerável de jovens.

<sup>2</sup> Ao respeito Anderson (1986) sugere o estabelecimento de quotas diferenciadas de acordo a qualidade do recurso obtido.



Em princípio, os sistemas de controle e vigilância deveriam ter reduzido as capturas ilegais nas pescarias reguladas através de quotas individuais de pesca, porém na prática isto não tem acontecido. Uma razão pela qual poderiam não ter-se obtido os resultados desejados deve-se ao fato que tanto as multas como o esforço alocado à detecção de embarcações realizando atividades de pesca ilegal, em geral, são estabelecidos arbitrariamente sem considerar critérios de eficiência e otimalidade.

Os primeiros intentos por determinar multas a partir de um raciocínio econômico foram desenvolvidos por Montesquieu (1748), Beccaria (1767) e, fundamentalmente, Bentham (1789). Porém, depois do trabalho de Bentham não surgiram novos desenvolvimentos até a década 60 quando Becker (1968) publicou um trabalho muito influente, a partir do qual desenvolveram-se centos de artigos conformando-se uma nova linha de pesquisa chamada *economics of law enforcement*.

Ainda quando a pesca ilegal é reconhecida como um dos mais importantes problemas para a gestão de pescarias (ver, por exemplo: Sutinen e Andersen, 1985; Copes, 1986 e Svelle et al., 1997), até onde temos conhecimento não existe nenhum modelo que determine simultaneamente a quota de pesca, a multa e a probabilidade de detecção das embarcações que realizam pesca ilegal.

O presente estudo, a partir da combinação da teoria bioeconômica padrão (ver por exemplo, Conrad, 2010 ou Clark, 1990) e a teoria econômica do crime e castigo (ver por exemplo, Polinsky e Shavell, 2007), desenvolve um modelo onde é determinada de forma simultânea a quota de pesca, a multa e a probabilidade de detecção das embarcações infratoras.

## 1.2. Literatura relacionada

Alguns trabalhos prévios têm estudado o problema de *enforcement* nas pescarias. Em particular, Coelho, Filipe e Ferreira (2013) e Sutinen e Andersen (1985) constroem modelos semelhantes ao desenvolvido neste trabalho. O objetivo de ambos estudos é determinar uma quota de captura ótima num contexto de *enforcement* imperfeito da lei. Resolvem o problema de um planejador social que tenta determinar a quota de captura ótima que maximiza o excedente do consumidor quando existe um *enforcement* imperfeito e custoso. O principal resultado obtido pelos autores é que quando existe *enforcement* imperfeito e custoso, o stock de estado estacionário do recurso é maior que o stock de estado estacionário quando existe livre acesso à exploração do recurso, porém menor que o stock de estado estacionário quando existe *enforcement* perfeito e sem custo. Assim mesmo, a cota de captura ótima quando existe *enforcement* imperfeito pode ser maior ou menor da cota de captura ótima com perfeito *enforcement* dependendo da magnitude da demanda do recurso. No entanto, os autores não determinam nem a multa nem as probabilidades de detecção ótimas.

Jensen e Vestergaard (2002) sugerem como solução ao problema de pesca ilegal a implementação de um imposto. Porém para a determinação do imposto é necessário conhecer o tamanho do stock do recurso e a estrutura de custos de cada um dos pescadores. Adicionalmente os autores sinalam que o mecanismo ótimo implica uma transferência líquida de recursos dos pescadores à sociedade.

Por outro lado, Jensen e Vestergaard (2007) analisam um problema similar ao de Jensen e Vestergaard (2002), porém supondo um tamanho do stock estocástico. Neste caso a combinação de um imposto sobre o tamanho da

biomassa e um imposto sobre as capturas auto reportadas, resolvem o problema de capturas ilegais se os pescadores são adversos ao risco. Porém de fora similar a Jensen e Vestergaard (2002) este mecanismo requer tanto o conhecimento das estruturas de custos de cada pescador, assim como que os pescadores realizem uma transferência líquida de recursos à sociedade.

É importante ressaltar que em ambos mecanismos (Jensen e Vestergaard (2002) e Jensen e Vestergaard (2007)) não se garante um orçamento equilibrado.

Jensen e Kronbak (2009) desenvolvem um mecanismo para eliminar os incentivos às capturas ilegais na atividade pesqueira. Os autores abordam o problema de pesca ilegal como um problema de *moral hazard*, e tentam desenhar um mecanismo que reduza as pescas ilegais entretanto que não seja intensivo em requerimentos informacionais e, ao mesmo tempo, mantenha um orçamento equilibrado. Os autores propõem um mecanismo de penalidade aleatória onde a quota de captura agregada é determinada a partir do tamanho da biomassa e da sua função de crescimento. Logo, se a captura agregada é menor que a quota, então cada pescador recebe um subsídio. Porém, se a captura agregada for maior que a quota, então alguns pescadores selecionados aleatoriamente devem pagar uma multa a qual é transferida na forma de subsídio aos pescadores não selecionados. As multas e subsídios podem ser estabelecidos de tal forma que o orçamento permanece equilibrado. Os autores mostram que se os pescadores têm uma aversão ao risco suficientemente grande e se estabelece-se uma multa suficientemente alta, então o mecanismo de penalidade aleatória gera capturas individuais ótimas.

No presente trabalho propõe-se um modelo similar ao dos trabalhos de Coelho, Filipe e Ferreira (2013) e Sutinen e Andersen (1985) com a diferença que o

planejador social maximiza o excedente do produtor<sup>3</sup> em lugar do excedente do consumidor.

Numa economia onde a captura de recursos hidrobiológicos é basicamente destinada aos mercados internacionais, como por exemplo na maioria dos países com as maiores dotações de recursos hidrobiológicos, determinar os níveis ótimos de quota de captura, de esforço na detecção de pescas ilegais e da multa que maximizam o excedente do produtor é muito mais relevante para o bem-estar da economia que maximizar o excedente dos consumidores (principalmente consumidores estrangeiros). Além do anterior, esta diferença metodológica permite determinar explicitamente tanto a multa como a probabilidade de detecção ótimas. Em Coelho, Filipe e Ferreira (2013) e em Sutinen e Andersen (1985) a forma funcional da multa é estabelecida de forma ad hoc, e não se determina seu valor ótimo.

### 1.3. Analise Preliminar

Nesta seção será construído um modelo com o intuito de determinar a quota ótima de captura numa pescaria onde o *enforcement* é perfeito e sem custo. O modelo desenvolvido nesta seção é padrão na literatura (ver por exemplo, Conrad (2010) e Berck (1979)).

O modelo está definido por sete supostos:

[A1] Seja  $x$ , um escalar, o stock do recurso hidrobiológico para qual o planejador social deseja determinar a quota ótima de captura, e

---

<sup>3</sup> Na verdade no nosso modelo é maximizado o bem-estar total da sociedade, i.e. a soma do excedente do produtor e do consumidor. Porém, dado que o modelo assume uma demanda perfeitamente elástica, então a maximização do bem-estar social é equivalente a assumir que unicamente é maximizado o excedente do produtor.

suponha que a sua taxa de crescimento é descrita pela equação diferencial:

$$\dot{x}_t = f(x_t) - R_t$$

Onde  $R_t$  é a taxa de captura no período  $t$ , e  $f$  é uma função côncava, duas vezes continuamente diferenciável, positiva unicamente no intervalo aberto  $(0, K)$ , e zero em 0 e  $K$ .

Em particular, assume-se uma função de crescimento logística:

$$\dot{x}_t = gx_t \left(1 - \frac{x_t}{K}\right) - R_t$$

Onde  $g > 0$  é a taxa de crescimento intrínseco, uma vez que para um dado  $x_t$  pequeno, a sua taxa de crescimento é aproximadamente  $g$ . Assume-se  $K > 0$ , onde  $K$  é a capacidade de carga ou nível de saturação.

- [A2] Existem muitos pescadores e atuam como tomadores de preços.
- [A3] Os produtores-pescadores conhecem a demanda do recurso e utilizam esta informação para prever perfeitamente o seu preço.
- [A4] Assume-se que cada pescador maximiza o valor presente das capturas descontadas a uma taxa de desconto  $\rho > 0$ .
- [A5] O custo unitário de extrair o recurso hidrobiológico está dado por  $c(x_t)$ . Onde  $c(\cdot)$  é uma função diferenciável e monótona decrescente em  $x_t$ .

Em particular, assume-se  $c(x_t) = \frac{c}{qx_t}$ , onde  $c > 0$  e  $q > 0$  é o coeficiente de capturabilidade.

[A6] Os consumidores são representados através de uma função de demanda perfeitamente elástica, i.e., ao preço  $p$  os consumidores demandam a totalidade do recurso ofertado.

[A7] O *enforcement* dos direitos de propriedade para a exploração do recurso é perfeito e sem custo.

Dado os supostos [A1] ao [A6], o planejador social resolve a seguinte função objetivo

$$\max_{R_t} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left( pR_t - \frac{c}{qx_t} R_t \right) dt \quad (1)$$

sujeito a

$$\dot{x}_t = gx_t \left( 1 - \frac{x_t}{K} \right) - R_t \quad (2)$$

$$x_t \geq 0$$

$$R_t \in [0, \infty)$$

$$x_0 \text{ dado}$$

O estado estacionário da solução ao problema do planejador social é

$$R^* = gx^* \left( 1 - \frac{x^*}{K} \right) > 0 \quad (3)$$

onde

$$x^* = \frac{K}{4} \left[ \left( 1 - \frac{\rho}{g} + \frac{c}{pqK} \right) + \sqrt{\left( 1 - \frac{\rho}{g} + \frac{c}{pqK} \right)^2 + \frac{8\rho c}{gpqK}} \right] > 0 \quad (4)$$

Logo, a tamanho da biomassa ótima do recurso  $x^*$  é função de dois quocientes: (i) quociente *custo/preço* ( $c/p$ ), e (ii) quociente de crescimento bioeconômico ( $g/\rho$ ). Quanto menores são estes quocientes, maior pode ser a exploração do recurso. Por conseguinte, recursos hidrobiológicos com crescimento devagar, no ótimo poderiam ter taxas de captura maiores às suas taxas de crescimento.

Com a finalidade de implementar a quota ótima de captura ótima, o regulador deveria implementar a seguinte regra, dada uma biomassa inicial  $x_0$ :

- a. Se  $x_0 < x^*$ , a captura em cada período deve ser zero até o período  $\tau$  tal que  $x_\tau = x^*$ , logo nos períodos seguintes a quota de captura deve ser igual à captura ótima  $R^*$ .
- b. Se  $x_0 > x^*$ , a captura em cada período deve ser igual à máxima tecnicamente possível até o período  $\tau$  tal que  $x_\tau = x^*$ , logo nos períodos seguintes a quota de captura deve igual à captura ótima  $R^*$ .

Se o suposto [A7] é satisfeito, a implementação da taxa de captura ótima implica unicamente alocar permissões de pesca a um conjunto determinado de embarcações e distribuir em cada período a quota de captura ótima  $R^*$  entre estas embarcações.

Porém, se pelo contrário a pescaria fosse de livre acesso, as embarcações realizariam capturas até que não seja mais rentável continuar pescando. É dizer, até que a biomassa do recurso seja  $x^{LA}$  tal que

$$p - \frac{c}{qx^{LA}} = 0 \quad (5)$$

Assim,  $x^{LA} = \frac{c}{pq}$ .

Note-se que por um argumento de preferência revelada é possível provar que  $p - \frac{c}{qx^*} \geq 0$ , e portanto

$$x^* \geq x^{LA} \quad (6)$$

Dado que  $p - \frac{c}{qx^*} \geq p - \frac{c}{qx^{LA}} = 0$ , afirma-se que nas pescarias com livre acesso as rentas são dissipadas gerando-se, assim, ineficiências econômicas.

A perda de eficiência social que gera esta falha de mercado associada ao livre acesso à exploração do recurso hidrobiológico é consequência de duas classes de externalidades (Clark, 1990):

- a. Externalidade intertemporal: uma maior captura no período  $t$  implica uma menor captura no período  $t + 1$ .
- b. Efeito congestão: cada pescador não é consciente que suas atividades de pesca reduzem a biomassa total do recurso, o que à sua vez reduzem seu próprio lucro econômico e o de os outros pescadores.

## 1.4. O Modelo

Nesta seção é construído um modelo sobre a base do modelo desenvolvido na seção anterior. O modelo tenta determinar a quota de captura ótima quando o *enforcement* dos direitos de propriedade é imperfeito. Em particular, substitui-se o suposto [A7] por:

- [A8] O *enforcement* dos direitos de propriedade para a exploração do recurso é imperfeito e custoso.



Assim, no modelo de equilíbrio parcial proposto, o planejador social deve determinar a quota de captura ótima que maximize o bem-estar social.

Note-se que na função objetivo do planejador social devem incluir-se os excedentes de produtor dos dois tipos de pescadores: (i) aqueles que têm quota de pesca, e (ii) aqueles que não têm quota de pesca e realizam atividades de pesca ilegal do recurso regulado. Não é necessário incluir na função objetivo o excedente do consumidor, pois de acordo ao suposto [A6] eles demandam toda a captura ao preço  $p$ .

Em cada período, cada um dos pescadores que possuem quotas de pesca maximizam a seguinte função de lucro:

$$pR_{it} - \frac{c}{qx_t} R_{it} \quad (7)$$

onde,  $R_{it}$  é a quota de captura de pesca assignada ao pescador  $i$ .

Assim mesmo, em cada período os pescadores sem quotas de pesca assignadas, e que realizam capturas ilegais do recurso hidrobiológico regulado, maximizam a seguinte função de lucro esperado:

$$(1 - \pi(e_t)) \left( pZ_{it} - \frac{c}{qx_t} Z_{it} \right) + \pi(e_t) \left( -mZ_{it} - \frac{c}{qx_t} Z_{it} \right) \quad (8)$$

onde,  $\pi(*)$ , com  $\pi'(*) > 0$  y  $\pi''(*) < 0$ , é a probabilidade de detectar e sancionar as atividades de pesca ilegal,  $e_t$  é o esforço que em cada período  $t$  incorre a sociedade para detectar e sancionar aos pescadores ilegais,  $Z_{it}$  é a captura que realiza o pescador ilegal  $i$  em cada período  $t$ , e  $m$  é a multa que deve pagar o pescador ilegal por cada unidade de recurso hidrobiológico capturado ilegalmente.

Sem perda de generalidade, e como consequência do suposto [A2], é possível supor que unicamente existem dois pescadores: (i) um pescador que possui quota de pesca e (ii) um pescador sem quota de pesca e que realiza pesca ilegal. Assim, a função objetivo do planejador social está dada por:

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left\{ \left[ pR_t - \frac{c}{qx_t} R_t \right] \right. & \quad (9) \\ & + \left[ (1 - \pi(e_t)) \left( pZ_t - \frac{c}{qx_t} Z_t \right) \right. \\ & + \left. \left. \pi(e_t) \left( -mZ_t - \frac{c}{qx_t} Z_t \right) \right] - \phi(e_t) \right. \\ & \left. + [\pi(e_t)mZ_t] \right\} dt \end{aligned}$$

onde  $R_t$  é a captura do pescador com quota de pesca e  $Z_t$  é a captura ilegal do pescador sem quota de pesca, e  $\phi(*)$ , com  $\phi'(*) > 0$  y  $\phi''(*) > 0$ , é o custo que incorre a sociedade pelo esforço de detectar e sancionar as atividades de pesca ilegal.

Note-se que a função objetivo assume que a multa arrecadada é transferida aos pescadores com quota de pesca.

Lembre-se que, de acordo à discussão na seção anterior, no caso de uma pescaria com livre acesso à exploração do recurso, os pescadores realizaram capturas até que o custo médio de captura seja igual ao preço:

$$p = \frac{c}{qx^{LA}} \quad (10)$$

Assim, numa pescaria com livre acesso à exploração do recurso, a biomassa de equilíbrio está dada por

$$x^{LA} = \frac{c}{pq} \quad (11)$$

Da mesma forma, numa pescaria regulada porem onde existe pesca ilegal, os pescadores ilegais realizaram capturas até que, dado um nível de esforço  $e_t$ , o lucro esperado de capturar ilegalmente uma unidade adicional do recurso seja zero

$$(1 - \pi(e_t)) \left( p - \frac{c}{qx_t} \right) + \pi(e_t) \left( -m - \frac{c}{qx_t} \right) = 0 \quad (12)$$

Assim sendo, seja qual for a quota de captura que determine o planejador social para os pescadores legais, os pescadores sem quota de pesca realizaram capturas ilegais até que a equação (12) seja satisfeita, conseqüentemente é necessário incluir esta equação como uma restrição ao problema do planejador social.

Portanto, o Problema do Planejador Social, quando o *enforcement* dos direitos de propriedade do recurso explorado é imperfeito e custoso, está dado por

$$\begin{aligned} \max_{R_t, m, e_t} \int_0^\infty e^{-\rho t} \Big\{ & \left[ pR_t - \frac{c}{qx_t} R_t \right] \\ & + \left[ (1 - \pi(e_t)) \left( pZ_t - \frac{c}{qx_t} Z_t \right) \right. \\ & + \left. \pi(e_t) \left( -mZ_t - \frac{c}{qx_t} Z_t \right) \right] - \phi(e_t) \\ & \left. + [\pi(e_t)mZ_t] \right\} dt \end{aligned} \quad (9)$$

sujeito a

$$(1 - \pi(e_t)) \left( p - \frac{c}{qx_t} \right) + \pi(e_t) \left( -m - \frac{c}{qx_t} \right) = 0 \quad (12)$$

$$\dot{x}_t = gx_t \left( 1 - \frac{x_t}{K} \right) - R_t - Z_t \quad (13)$$

$$x_t \geq 0$$

$$R_t \in [0, \infty)$$

$$x_t \in [0, \infty)$$

$$x_0 \text{ dado}$$

As condições de primer ordem do Problema do Planejador Social (assumindo solução interior) são

$$\frac{\dot{\lambda}_t}{\lambda_t} = \rho - g + 2g \frac{x_t}{K} - \frac{\frac{c}{qx_t^2} \left( R_t + Z_t - \frac{\phi'(e_t)}{\pi'(e_t)} \left( \frac{1}{p+m} \right) \right)}{p - \frac{c}{qx_t}} \quad (14)$$

$$\dot{x}_t = gx_t \left( 1 - \frac{x_t}{K} \right) - R_t - Z_t \quad (13)$$

$$\frac{\phi'(e_t)}{\pi'(e_t)} \left( \frac{1}{p+m} \right) + Z_t \left( \frac{p}{p+m} \right) = 0 \quad (15)$$

onde  $\lambda_t$  é o multiplicador dinâmico.

Note-se que a equação (15) unicamente é válida quando  $Z_t = 0$ . Assim, no ótimo é preciso estabelecer a multa e o esforço de tal forma que os pescadores ilegais não tenham incentivos a realizarem pescas ilegais.

Ao estabelecer-se  $\dot{\lambda}_t = \dot{x}_t = 0$  e substituir-se (13) e  $Z_t = 0$  em (14) obtém-se:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\rho}{g} - 1 - \frac{c}{Kpq} \right] x_t + \frac{2}{K} x_t^2 - \frac{\rho c}{pqg} \\ = - \left[ \frac{c}{pqg} \left( \frac{\phi'(e_t)}{\pi'(e_t)} \left( \frac{1}{p+m} \right) \right) \frac{1}{x_t} \right] \end{aligned} \quad (16)$$

De (16) é possível provar a seguinte proposição.

**Proposição 1** Se são satisfeitos os supostos [A1] ao [A6] e [A8], então o stock do recurso em estado estacionário com *enforcement* imperfeito e custoso  $x^{**}$ , é menor ao stock do recurso quando o *enforcement* é perfeito e sem custo  $x^*$ .

$$\begin{aligned} 0 < x^{**} < x^* = \frac{K}{4} \left[ \left( 1 - \frac{\rho}{g} + \frac{c}{pqK} \right) \right. \\ \left. + \sqrt{\left( 1 - \frac{\rho}{g} + \frac{c}{pqK} \right)^2 + \frac{8\rho c}{gpqK}} \right] \end{aligned} \quad (17)$$

O resultado alcançado na Proposição 1 é consistente com os obtidos em Coelho, Filipe e Ferreira (2013) e Sutinen e Andersen (1985). Em ambos artigos o stock do recurso em estado estacionário quando o *enforcement* dos direitos de propriedade para a exploração do recurso é imperfeito e custoso, é inferior ao stock do recurso quando o *enforcement* é perfeito e sem custo.

Embora os resultados de Coelho, Filipe e Ferreira (2013) e Sutinen e Andersen (1985) sejam consistentes com os resultados obtidos no nosso artigo, existe

uma diferença fundamental associada ao problema do planejador. Em Coelho, Filipe e Ferreira (2013) e Sutinen e Andersen (1985) o planejador procura maximizar o excedente do consumidor, porem no presente artigo a função objetivo do planejador social procura maximizar o excedente dos produtores, assumindo que os consumidores tem uma demanda perfeitamente elástica de tal forma que demandaram todo o recurso ofertado ao preço  $p$ . Do ponto de vista de uma economia proprietária de um recurso renovável e donde a demanda do recurso, o dos produtos derivados do recurso, é basicamente internacional, a hipótese mais razoável implica maximizar uma função objetivo determinada pelo excedente dos produtores tal como foi desenvolvido no presente artigo.

Por outro lado, da equação (12) e dado o nível de stock de estado estacionário  $x^{**}$ , obtém-se a relação que deve existir entre a multa ótima  $m^{**}$  e o esforço ótimo de estado estacionário  $e^{**}$ :

$$\pi(e^{**}) \times (m^{**} - p) = p - \frac{c}{qx^{**}} \quad (18)$$

No entanto, note-se da equação (18) que a multa e a probabilidade de detecção e sanção são instrumentos substitutos para dissuadir a pesca ilegal. Assim, sempre é possível diminuir o esforço para detectar e sancionar aos pescadores ilegais  $e^{**}$  e incrementar a multa  $m^{**}$ , sem alterar o nível de dissuasão. Porém, mesmo que o nível de dissuasão não seja alterado, esta estratégia tem um efeito positivo sobre o bem-estar da sociedade, pois incrementar a multa não tem custo, e dado que o esforço sim tem custo, então sua redução incrementa

o bem-estar. Contudo, dadas as restrições institucionais e legais que existem numa economia, não é possível estabelecer uma multa maior a certo limite<sup>4</sup>.

**Proposição 2** Se assume-se como validos os supostos [A1] ao [A6] e [A8], então a captura ótima com *enforcement* imperfeito e custoso,  $R^{**}$ , pode ser maior, menor ou igual à captura ótima quando o *enforcement* é perfeito e sem custo,  $R^*$ , em função da relação entre os seus respetivos stocks de estado estacionário,  $x^{**}$  e  $x^*$ , e o stock de máximo rendimento sustentável<sup>5</sup>  $x_{MRS}$ :

$$\begin{aligned} x^{**} < x^* < x_{MRS} &\rightarrow R^{**} < R^* \\ x_{MRS} < x^{**} < x^* &\rightarrow R^{**} > R^* \\ x^{**} < x_{MRS} < x^* &\rightarrow R^{**} \geq R^* \end{aligned} \quad (19)$$

Novamente o resultado obtido na Proposição 2 é consistente com o obtido em Coelho, Filipe e Ferreira (2013) e Sutinen e Andersen (1985).

Contudo é importante ressaltar que tal como sinalam Coelho, Filipe e Ferreira (2013) o caso mais comum é aquele onde  $x^{**} < x^* < x_{MRS}$ , portanto o mais comum de se esperar é que a captura ótima com *enforcement* imperfeito e custoso seja menor que a captura ótima com *enforcement* perfeito e sem custo ( $R^{**} < R^*$ ).

---

<sup>4</sup> Por exemplo, em alguns países não é possível estabelecer multas maiores aos ativos da empresa multada.

<sup>5</sup> O stock de máximo rendimento sustentável ocorre quando o stock é igual a  $x_{MRS}$  onde  $f'(x_{MRS}) = 0$ . No caso da função de crescimento logística  $f(x_t) = gx_t \left(1 - \frac{x_t}{K}\right)$ .

**Proposição 3** Se são satisfeitos os supostos do [A1] ao [A6] e [A8], então o stock do recurso em estado estacionário, quando o *enforcement* dos direitos de propriedade para a exploração do recurso é imperfeito e custoso,  $x^{**}$  é maior que o stock do recurso quando a pescaria é de livre acesso.

## 1.5. Conclusões

O objetivo de este artigo foi determinar a quota de captura ótima e o stock do recurso em estado estacionário quando o *enforcement* dos direitos de propriedade para a exploração do recurso é imperfeito e custoso. Para este propósito foi construído um modelo onde um planejador social determina a quota de captura ótima que maximiza o excedente dos produtores (legais e ilegais).

Os resultados mostram que: (i) o stock do recurso em estado estacionário, quando o *enforcement* dos direitos de propriedade para a exploração do recurso é imperfeito e custoso, é menor ao stock do recurso quando o *enforcement* é perfeito e sem custo, (ii) no caso mais comum segundo Coelho, Filipe e Ferreira (2013), i.e. aquele onde  $x^{**} < x^* < x_{MRS}$ , a captura ótima com *enforcement* imperfeito e custoso é menor que a captura ótima com *enforcement* perfeito e sem custo ( $R^{**} < R^*$ ), (iii) o stock do recurso em estado estacionário, quando o *enforcement* dos direitos de propriedade para a exploração do recurso é imperfeito e custoso, é maior ao stock do recurso quando a pescaria é de livre acesso, e (iv) a multa ótima e o esforço ótimo na identificação e sanção aos pescadores ilegais são instrumentos substitutos para dissuadir a pesca ilegal, assim sempre é possível incrementar a multa e diminuir o esforço sem alterar o nível de dissuasão, porem esta estratégia



incrementa o bem-estar (o resultado é consistente com os obtidos na literatura do chamada *economics of law enforcement* (ver por exemplo, Polinsky e Shavell, 2007)).

## Bibliografia

Anderson, Lee, *The Economics of Fisheries Management*, London: The John Hopkins University Press, 1986.

Banks, Richard, Carl James, Katharine Winnard, Erik Buisman, Ellen Hoefnagel, Kees Taal, Robin Churchill, Cris Hedley, John Vervaele, e Astrid Berg, *The Costs and Benefits of Compliance with Regulations in Northern EU Fisheries*, London: Nautilus Consultants, 1997.

Beccaria, Cesare, *On Crimes and Punishment, and Other Writing*, New York: Cambridge University Press, 1767.

Becker, Gary, "Crime and Punishment: An Economics Approach", *Journal of Political Economy*, 76, 169-217, 1968.

Bentham, Jeremy, *An Introduction to the Principles of Morals and Legislation*, In: *The Utilitarians*, New York: Anchor Books, 1789.

Berck, Peter, "Optimal Management of Renewable Resources with Growing Demand and Stock Externalities", *CUDARE Working Papers 63R*, University California, Berkeley, 1979.

Clark, Colin, *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*, John Wiley & Son, Inc., 1990.

Coelho, Manuel, José Filipe e Manuel Ferreira, "Modelling Enforcement and Compliance in Fisheries: A Survey", *International Journal of Latest in Finance & Economic Sciences*, 2, 464-69, 2013.

Copes, Parzival, "A Critical Review of Individual Quota as a Device in Fisheries Management", *Land Economics*, 63, 278-93, 1986.

Jensen, Frank e Lone Kronbak, "*Random Penalties and Renewable Resources: A Mechanism to Reach Optimal Landing in Fisheries*", *Natural Resource Modeling*, 3, 393-414, 2009.

Jensen, Frank e Niels Vestergaard, "*Fisheries Management with Multiple Market Failures*", *Ecological Economics*, 63, 815-27, 2007.

Jensen, Frank e Niels Vestergaard, "*Moral Hazard Problems in Fisheries Regulation: The Case of Illegal Landings and Discard*", *Resource and Energy Economics*, 24, 281-99, 2002.

Montesquieu, Charles, *The Spirit of the Laws*, Berkeley: University of California Press, 1748.

Ostrom, Elinor, Roy Gardner e James Walker, *Rules, Games, & Common-Pool Resources*, The University Michigan Press, 2006.

Polinsky, A. Mitchell e Steven Shavell, "*Public Enforcement of Law*", *Handbook of Law and Economics*, 1, 403-54, 2007.

Sutinen, Jon e Peder Andersen, "*The Economics of Fisheries Law Enforcement*", *Land Economics*, 69, 387-97, 1985.

Svelle, Morten, Hilde Aarefjord, Hans Heir e Solveig Overland, *Assessment Report on Fisheries and Fisheries Related Species and Habitats Issues*, Berger: Minster of Environment, 1997.

Wilén, James, "*Renewable Resource Economists and Policy: What Differences Have We Made*", *Journal of Environmental Economics and Management*, 39, 306-27, 2000.

## Anexo A

O Problema do Planejador Social, quando o *enforcement* dos direitos de propriedade do recurso explorado é imperfeito e custoso, está dado por

$$\begin{aligned} \max_{R_t, m, e_t} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left\{ \left[ pR_t - \frac{c}{qx_t} R_t \right] \right. & \quad (A1) \\ & + \left[ (1 - \pi(e_t)) \left( pZ_t - \frac{c}{qx_t} Z_t \right) \right. \\ & + \left. \left. \pi(e_t) \left( -mZ_t - \frac{c}{qx_t} Z_t \right) \right] - \phi(e_t) \right. \\ & \left. + [\pi(e_t)mZ_t] \right\} dt \end{aligned}$$

sujeito a

$$(1 - \pi(e_t)) \left( p - \frac{c}{qx_t} \right) + \pi(e_t) \left( -m - \frac{c}{qx_t} \right) = 0 \quad (A2)$$

$$\dot{x}_t = gx_t \left( 1 - \frac{x_t}{K} \right) - R_t - Z_t \quad (A3)$$

$$x_t \geq 0$$

$$R_t \in [0, \infty)$$

$$Z_t \in [0, \infty)$$

$$x_0 \text{ dado}$$

Substituindo (A2) em (A1) o Problema do Planejador pode ser reescrito como

$$\max_{R_t, m} \int_0^\infty e^{-\rho t} \left\{ \left[ pR_t - \frac{c}{qx_t} R_t \right] - \phi \left( \pi^{-1} \left( \frac{p - \frac{c}{qx_t}}{p + m} \right) \right) - \left[ \left( \frac{p - \frac{c}{qx_t}}{p + m} \right) mZ_t \right] \right\} dt \quad (\text{A4})$$

sujeito a

$$\begin{aligned} \dot{x}_t &= gx_t \left( 1 - \frac{x_t}{K} \right) - R_t - Z_t \\ x_t &\geq 0 \\ R_t &\in [0, \infty) \\ Z_t &\in [0, \infty) \\ x_0 &\text{ dado} \end{aligned} \quad (\text{A3})$$

Onde  $\pi^{-1}(\cdot)$  é a função inversa de  $\pi(e_t)$ .

O primeiro passo para resolver o Problema do Planejador Social é aplicar o Princípio do Máximo de Pontragin et. al. (1962).

Assim, o Hamiltoniano do problema é

$$\begin{aligned}
H_t = & \left[ \left[ pR_t - \frac{c}{qx_t} R_t \right] - \phi \left( \pi^{-1} \left( \frac{p - \frac{c}{qx_t}}{p + m} \right) \right) \right. \\
& \left. - \left[ \left( \frac{p - \frac{c}{qx_t}}{p + m} \right) mZ_t \right] \right] \\
& + \lambda_t \left[ gx_t \left( 1 - \frac{x_t}{K} \right) - R_t - Z_t \right]
\end{aligned} \tag{A5}$$

As condições necessárias para o ótimo são:

$$\frac{\dot{\lambda}_t}{\lambda_t} = \rho - g + 2g \frac{x_t}{K} - \frac{\frac{c}{qx_t^2} \left( R_t + Z_t - \frac{\phi'(e_t)}{\pi'(e_t)} \left( \frac{1}{p + m} \right) \right)}{p - \frac{c}{qx_t}} \tag{A6}$$

$$\dot{x}_t = gx_t \left( 1 - \frac{x_t}{K} \right) - R_t - Z_t \tag{A7}$$

$$\frac{\phi'(e_t)}{\pi'(e_t)} \left( \frac{1}{p + m} \right) + Z_t \left( \frac{p}{p + m} \right) = 0 \tag{A8}$$

onde  $\lambda_t$  é o multiplicador dinâmico.

Destaque-se que a equação (A8) é a condição de primeiro ordem associada à multa ótima:  $\frac{\partial H_t}{\partial m} = 0$ .

Assim mesmo, note-se que a equação (15) unicamente é válida quando  $Z_t = 0$ . Assim, no ótimo é preciso estabelecer a multa e o esforço de tal forma que os pescadores ilegais não tenham incentivos a realizarem pescas ilegais.

## Anexo B

A partir das equações (A6), (A7) e,  $Z_t = 0$ , estabelecendo  $\dot{\lambda}_t = \dot{x}_t = 0$  obtém-se:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\rho}{g} - 1 - \frac{c}{Kpq} \right] x_t + \frac{2}{K} x_t^2 - \frac{\rho c}{pqg} \\ = - \left[ \frac{c}{pqg} \left( \frac{\phi'(e_t)}{\pi'(e_t)} \left( \frac{1}{p+m} \right) \right) \frac{1}{x_t} \right] \end{aligned} \quad (B1)$$

Seja  $\omega(x_t, m) = - \left[ \frac{c}{pqg} \left( \frac{\phi'(e_t)}{\pi'(e_t)} \left( \frac{1}{p+m} \right) \right) \frac{1}{x_t} \right]$ , onde  $e_t$  é suprimido de  $\omega(\cdot)$  porque dada a equação (A2) sempre é possível expressar  $e_t$  como função de  $x_t$  e  $m$ .

Note-se que dadas as hipóteses do modelo,  $\omega(\cdot) < 0$ .

Porém, se  $\omega(\cdot)$  fosse igual a zero, (B1) tornar ia-se exatamente na equação de segundo grau a partir da qual se obtém o stock de estado estacionário no caso de *enforcement* perfeito e sem custo. Assim mesmo, observe-se que essa equação tem duas raízes, porem somente uma raiz estritamente positiva, sendo está raiz positiva o stock de estado estacionário quando o *enforcement* é perfeito e sem custo.

Assim, não é difícil mostrar que se a equação de segundo grau:

$$\left[ \frac{\rho}{g} - 1 - \frac{c}{Kpq} \right] x_t + \frac{2}{K} x_t^2 - \frac{\rho c}{pqg} = 0 \quad (B2)$$

tem duas raízes: uma positiva e outra negativa, então a equação (desde que tenha solução interior):

$$\left[ \frac{\rho}{g} - 1 - \frac{c}{Kpq} \right] x_t + \frac{2}{K} x_t^2 - \frac{\rho c}{pqg} = \omega(x_t, m) \quad (\text{B3})$$

terá pelo menos duas raízes positivas, porem todas elas menores que a raiz positiva da equação (B2).

Assim, necessariamente o stock de estado estacionário com *enforcement* imperfeito e custoso,  $x^{**}$ , é menor que o stock de estado estacionário quando p *enforcement* é perfeito e sem custo,  $x^*$ :

$$0 < x^{**} < x^* = \frac{K}{4} \left[ \left( 1 - \frac{\rho}{g} + \frac{c}{pqK} \right) + \sqrt{\left( 1 - \frac{\rho}{g} + \frac{c}{pqK} \right)^2 + \frac{8\rho c}{gpqK}} \right] \quad (\text{B4})$$

Assim, conclui-se que a Proposição 1 é verdadeira.



## Anexo C

Ao estabelecer  $\dot{x}_t = 0$  na equação (A7) obtém-se:

$$R^{**} + Z^{**} = gx^{**} \left(1 - \frac{x^{**}}{K}\right) \quad (C1)$$

Porém, dado que para todo  $t$  cumpre-se:

$$Z_t = 0 \quad (C2)$$

Então,

$$R^{**} = gx^{**} \left(1 - \frac{x^{**}}{K}\right) \quad (C3)$$

Por outro lado, da equação (2) sabe-se que:

$$R^* = gx^* \left(1 - \frac{x^*}{K}\right) \quad (C4)$$

Se assume-se que  $x^{**} < x^* < x_{MRS}$ , então

$$R^* > R^{**} \quad (C5)$$

Assim, conclui-se que a Proposição 2 é verdadeira.

## Anexo D

Lembre-se que o stock do recurso em estado estacionário numa pescaria de livre acesso está dado implicitamente pela equação (5):

$$x^{LA} = \frac{c}{pq} \quad (D1)$$

Assim mesmo, note-se que por um argumento de preferência revelada é possível provar que  $p - \frac{c}{qx^{**}} \geq 0$ , e portanto

$$x^{**} \geq x^{LA} \quad (D2)$$

Por tanto, fica provada a validade da Proposição 3.

## Capítulo 2

### Estimação de um Modelo Generalizado de Pesca

A gestão ótima dos recursos pesqueiros requer o conhecimento dos seus parâmetros bioeconômicos. Porém implementar estudos para obter informação do stock do recurso é muito custoso e está sujeito a erros de mensuração. Neste artigo são estimados os parâmetros bioeconômicos para a captura de anchoveta peruana. A metodologia baseia-se em Zhang e Smith (2011). Os parâmetros bioeconômicos são obtidos a traves de uma estimação econométrica em dois estágios utilizando dados microeconômicos associadas às embarcações que contam com permissão para capturar anchoveta. O método do bootstrap é utilizado para corrigir os erros padrão das estimativas obtidas pela metodologia em dois estágios.

Os parâmetros estimados são utilizados para o stock ótimo e a captura ótima de anchoveta em estado estacionário. Assim mesmo, comparar-se o stock ótimo com o stock observado conclui-se que a pescaria da anchoveta peruana tem estado continuamente sujeita à sobre-exploração.

## 1.1. Introdução

Os stocks dos recursos pesqueiros não são diretamente observadas e a recollecção de data biológica para sua estimação são custosas. Em consequência, os formuladores de políticas públicas, com a finalidade de regular a exploração dos recursos pesqueiros, estimam os parâmetros biológicos a partir de data econômica sobre capturas e esforço pesqueiro.

Schaefer (1954) determinou uma metodologia, a qual ainda é amplamente utilizada, para estimar os stocks dos recursos hidrobiológicos. Esta metodologia consiste em: (i) estimar uma função de produção que relaciona o produto (capturas) com os insumos (esforço pesqueiro) e o stock do recurso, (ii) especificar uma equação dinâmica para o stock do recurso, e (iii) estimar os parâmetros biológicos da equação dinâmica a partir de variáveis observáveis (capturas e esforço pesqueiro) fazendo uso da relação que existe entre estas variáveis e o stock do recurso.

Porem, esta metodologia padrão apresenta três problemas pois: (i) a equação dinâmica para o stock do recurso hidrobiológico não é determinística, (ii) a função de produção da pesca também não é determinística, e (iii) a função de produção Cobb-Douglas que é comumente utilizada é muito restrita, pois assume que os expoentes associados aos fatores de produção são iguais a 1<sup>6</sup>. Note-se que ignorar qualquer de estes três problemas pode levar a estimativas viesadas dos parâmetros biológicos, e qualquer quota de pesca estabelecida a partir dos parâmetros estimados poderiam estar sub ou superestimados.

---

<sup>6</sup> Esta função de produção é comumente conhecida como a Função de Capturas de Schaefer.

Do ponto de vista da sociedade é de suma importância ter estimadores não viesados dos stocks destes recursos. Pois é a partir de estas estimativas que se determinam as quotas de pesca para uma gestão ótima do recurso.

Existe uma literatura tradicional que estima o stock do recurso a partir de substituir a função de produção da pesca na equação dinâmica da biomassa do recurso pesqueiro, assim estimam-se os parâmetros biológicos sem necessidade de observar o stock do recurso (Comitini e Huang, 1967; Pella e Tomlinson, 1969; Wilen, 1976).

Posteriormente surgiram duas correntes metodológicas com o intuito de estimar os parâmetros biológicos da equação dinâmica do stock do recurso: (i) estudos desenvolvidos por biólogos que tentam estimar simultaneamente a função de produção pesqueira e a equação dinâmica da biomassa, porem reconhecendo que existem termos de perturbação não observáveis em ambas as equações (de Valpine e Hastings, 2002; Schnute e Kronlund, 2002), e (ii) estudos desenvolvidos por economistas que estimam as funções de produção pesqueiras condicionadas ao conhecimento dos stocks (Bjorndal e Conrad, 1987; Segerson e Squires, 1993). Porém, estas metodologias não conseguem resolver simultaneamente as três potenciais fontes de viés.

Mais recentemente, Zhang e Smith (2011) propõem uma metodologia alternativa para estimar o stock do recurso hidrobiológico. Esta metodologia, diferentemente às metodologias anteriores, propõe uma solução simultânea às três potenciais fontes de viés presentes na metodologia tradicional.

O objetivo do presente artigo é estimar os parâmetros biológicos da anchoveta peruana (*engraulis rigens*), a principal pescaria peruana e a mais importante pescaria individual no mundo, utilizando a metodologia proposta por Zhang e Smith (2011).

Zhang e Smith (2011) construíram um estimador de dois estágios a partir de um modelo de dados de painel com efeitos fixos. A estratégia de identificação se baseia no fato que em cada período, todas as embarcações que decidem sair a pescar enfrentam o mesmo volume de biomassa do recurso. Assim é possível estimar consistentemente os parâmetros da função de produção da pesca num primer estágio. E a partir de estas parâmetros estimados estimar a biomassa do recurso hidrobiológico, para logo substituir esta biomassa estimada na equação dinâmica do stock do recurso e estimar os parâmetros biológicos num segundo estágio. É utilizado o método de *bootstrap* para obter corretos erros padrão dos parâmetros estimados.

Para a estimação dos parâmetros biológicos da dinâmica da biomassa da anchoveta peruana é utilizada uma nova base de dados do Ministério de Produção do Peru.

## 1.2. O Modelo

O modelo desenvolvido neste apartado é baseado em Zhang e Smith (2011).

Tradicionalmente, o modelo padrão para estimar os parâmetros biológicos das equações dinâmicas do crescimento das biomassas dos recursos pesqueiros consiste num sistema de duas equações (Schaefer, 1954).

Seja  $x$  o stock de algum recurso hidrobiológico,  $R$  a captura, e  $E$  o esforço pesqueiro. O modelo Gordon-Schaefer<sup>7</sup> está conformado por

$$R_t = qE_t x_t \quad (1)$$

---

<sup>7</sup> Gordon (1954) utilizou este modelo em seu artigo sobre recursos de propriedade comum. Dado que foi utilizada a função de produção proposta por Schaefer (1954), a literatura de *fishery economics* denomina este modelo como o de Gordon-Schaefer.

$$x_{t+1} = x_t + gx_t \left(1 - \frac{x_t}{K}\right) - R_t \quad (2)$$

onde  $g$  é taxa de crescimento intrínseco,  $K$  a capacidade de carga, e  $q$  o coeficiente de capturabilidade<sup>8</sup>.

Se os stocks, as capturas e o esforço pesqueiro fossem observáveis pelo econometrista, então os parâmetros do modelo Gordon-Schaefer poderiam ser estimados de forma consistente (Bjorndal e Conrad, 1987).

Quando o stock do recurso não é observado, então os parâmetros do modelo são estimado utilizando alguma proxy. Seja  $m_t$  a captura por unidade de esforço (CPUE), tal que  $m_t = R_t/E_t$ . Então a partir de (1) se obtém  $x_t = m_t/q$ . Logo substitui-se esta proxy na equação (2) e adiciona-se um termo de perturbação.

A partir da equação resultante estima-se os parâmetros  $g$ ,  $q$  e  $K$  (Pella e Tomlinson, 1969):

$$m_{t+1} = (1 + g)m_t - \frac{g}{qK}m_t^2 - qR_t + \epsilon_t \quad (3)$$

Se  $E(\epsilon_t | m_t, R_t) = 0$ , então a equação (3) pode ser estimada pelo método de mínimos quadrados ordinários.

---

<sup>8</sup> A taxa de crescimento intrínseco é a taxa de crescimento populacional entre sucessivos períodos de tempo. Capacidade de carga é o máximo stock do recurso que pode ser suportado pelo ecossistema. O coeficiente de capturabilidade é a proporção stock que é capturada por unidade de esforço.

Contudo, note-se que a função de produção da pesca é um caso particular da função de produção de Cobb-Douglas, portanto uma função de produção mais geral seria

$$R_t = qE_t^\alpha x_t^\gamma \quad (4)$$

De (4) obtém-se a relação  $X_t = (H_t/qE_t^\alpha)^{1/\gamma}$ , a qual substituindo-se em (2):

$$\left(\frac{R_{t+1}}{qE_{t+1}^\alpha}\right)^{1/\gamma} = (1+g)\left(\frac{R_t}{qE_t^\alpha}\right)^{1/\gamma} - \frac{g}{K}\left(\frac{R_t}{qE_t^\alpha}\right)^{2/\gamma} - R_t + \epsilon_t \quad (5)$$

Assumindo que o termo de erro  $\epsilon_t$  é independente e identicamente distribuído normal com media zero e variância  $\sigma_\epsilon^2$ , a equação (5) pode ser estimada pelo método de máxima verossimilhança.

Porém, este estimador de máxima verossimilhança apresenta dois problemas: (i) o modelo (5) é altamente não linear e portanto o estimador tem dificuldade para convergir (Tsoa, Schrank e Roy, 1985), e (ii) o estimador incorpora o erro na equação da dinâmica da biomassa porem ignora o erro na função de produção, portanto o estimador é potencialmente viesado (Uhler, 1980).

Assim, os estudos bioeconômicos empíricos enfrentam três dificuldades: (i) termos de erro não observáveis na função de produção e na equação dinâmica de crescimento da biomassa, (ii) função de produção com parâmetros restritos, e (iii) um stock não observável.

Zhang e Smith (2011) propõem um método que tenta resolver estas três dificuldades simultaneamente sobre a base de um modelo de Gordon-Schaefer generalizado. O modelo inclui diversas áreas de pesca  $j \in \{1, \dots, J\}$ , diversos



períodos  $t \in \{1, \dots, T\}$ , diversos tipos de esforço pesqueiro  $g \in \{1, \dots, G\}$ , e diversas embarcações  $i \in \{1, \dots, I\}$ .

As embarcações pesqueiras realizam atividades pesqueiras utilizando diversos tipos de esforço pesqueiros, em diversas áreas de pesca em diversos períodos de tempo. A função de produção generalizada de Schaefer está dada por

$$R_{ijgt} = q_{ijgt} E_{ijgt}^{\alpha_g} x_t^\gamma \exp(\epsilon_{ijgt}) \quad (6)$$

Note-se que no modelo a elasticidade da captura respeito ao esforço é específico ao tipo de esforço pesqueiro, porém a elasticidade da captura respeito à biomassa é homogênea. O termo estocástico  $\epsilon_{ijgt}$  captura as perturbações não observáveis do processo de pesca.

A função de crescimento da biomassa está dada por

$$x_{t+1} = x_t + gx_t \left(1 - \frac{x_t}{K}\right) - C_t + \epsilon_t \quad (7)$$

onde  $\sum_{i,j,g} R_{ijgt} = C_t$ , e  $\epsilon_t$  é um termo estocástico adicionado para incorporar perturbações ecológicas aleatórias ao sistema biológico.

A partir deste modelo, Zhang e Smith (2011) propõem um método de estimação em dois estágios. O primeiro estágio estima o stock do recurso a partir da função de produção. No segundo estágio, são estimados os parâmetros biológicos utilizando o stock estimado no primeiro estágio. Dado que a estimativa do stock apresenta erro amostral, a metodologia de *bootstrap* é utilizada para estimar os corretos erros padrão.

Utilizando esta metodologia, cada parâmetro das equações (6) e (7) são identificadas e estimadas.

### 1.3. O Método de Estimação de Dois Estágios

#### Estimação da Função de Produção

Para a estimação da função de produção, equação (6) assume-se:

$$q_{ijgt} = \exp(\phi_g + a_j + \zeta_{ijgt})$$

onde  $\phi_g$  é uma constante especifica ao tipo de esforço pesqueiro,  $a_j$  é uma constante especifica ao área de pesca, e  $\zeta_{ijgt}$  é um termo de perturbação que captura a heterogeneidade não observada. Assim, aplicando logaritmo à equação (6):

$$\log(R_{ijgt}) = \phi_g + a_j + \alpha_g \log(E_{ijgt}) + \gamma \log(x_t) + \eta_{ijgt} \quad (8)$$

onde  $\eta_{ijgt} = \zeta_{ijgt} + \epsilon_{ijgt}$ .

Note-se que em cada período, diferentes embarcações com diferentes características compartilham o mesmo stock do recurso, Se cada período é suficientemente pequeno, então o stock pode ser tratado como uma constante em cada período (Bjorndal, 1989; Campbell, 1991). Portanto, é possível estimar a equação (8) a traves de um modelo de painel data com efeitos fixos, onde  $\gamma \log(x_t)$  é tratado como um efeito fixo para cada período  $t$ .

Para evitar a armadilha das dummies, não são incluídas na estimação as variáveis dummy associadas ao esforço tipo 1 ( $\phi_1$ ) e à área 1 ( $a_1$ ). Seja  $q = \exp(\phi_1 + a_1)$ ; então o efeito fixo do painel data é definido como:

$$\log(S_t) = \gamma \log(x_t) + \log(q) \quad (9)$$

Em princípio,  $S_t$  é um índice do stock do recurso, pois  $S_t$  é uma transformação do stock  $x_t$ .

Logo, a equação (8) pode ser reescrita

$$\log(R_{ijgt}) = z_{ijgt}'\beta + \log(S_t) + \eta_{ijgt} \quad (10)$$

Assim, a função generalizada de produção de Schaefer é transformada a um modelo de painel data com efeitos fixos específicos a cada período  $t$ .

Sobre condições de regularidade, a equação (10) pode ser estimada consistentemente. Seja  $n$  o número de unidades *cross-sectional* e  $T$  o número de períodos. Então, o estimador é consistente se  $n$  ou  $T$ , ou ambas, tendem ao infinito (Hsiao, 2003). Em dados de pesca, ambos  $n$  e  $T$  são grandes. Neste caso, o estimador é consistente e assintoticamente normal.

Todos os parâmetros da equação (8) podem ser estimados a traves da estimação do painel data de efeitos fixos exceto o efeito fixo  $\log(S_t)$ , qual é função do stock  $\log(x_t)$ , a elasticidade da captura respeito ao stock  $\gamma$ , e dois coeficientes  $\phi_1$  e  $a_1$ . Porém, estes parâmetros poderão ser estimados a partir da estimação no segundo estágio.

### Estimação da Função de Crescimento

Dado que  $\log(S_t)$  é uma constante especifica a cada período de tempo na equação (10), então pode ser estimado por

$$\log(\hat{S}_t) = \overline{\log(R_t)} - \bar{z}_t' \hat{\beta} \quad (11)$$

onde  $\overline{\log(R_t)} = n_t^{-1} \sum_{i,j,g} R_{ijgt}$  e  $\bar{z}_t = n_t^{-1} \sum_{i,j,g} z_{ijgt}$ . Zhang e Smith (2011) mostram que ainda quando  $\log(\hat{S}_t)$  é viesado, é consistente quando  $n_t \rightarrow \infty$ .

Da equação (11) sabe-se que

$$\hat{S}_t = \exp(\overline{\log(R_t)} - \bar{z}_t' \hat{\beta})$$

E da equação (9)

$$\hat{x}_t = \left( \frac{\hat{S}_t}{q} \right)^{1/\gamma}$$

Portanto,

$$\hat{x}_t = \left( \frac{\exp(\overline{\log(R_t)} - \bar{z}_t' \hat{\beta})}{q} \right)^{1/\gamma} \quad (12)$$

Substituindo a equação (12) na equação dinâmica (7) de crescimento do stock:

$$\left( \frac{\hat{S}_{t+1}}{q} \right)^{1/\gamma} = (1 + g) \left( \frac{\hat{S}_t}{q} \right)^{1/\gamma} - \frac{g}{K} \left( \frac{\hat{S}_t}{q} \right)^{2/\gamma} - C_t + \epsilon_t \quad (13)$$

A equação (13) pode ser estimada pelo método de máxima verossimilhança, porem existe o risco que exista multicolinearidade ou que a não linearidade seja tão significativa que os estimadores não convirjam. Assim, se assumirá, tal como Zhang e Smith (2011) que a elasticidade

da captura respeito do stock do recurso  $\gamma$  seja igual a 1. Seja,  $w = \frac{g}{qK}$  e

$\Delta \widehat{S}_{t+1} = \widehat{S}_{t+1} - \widehat{S}_t$ , então a partir da equação (13) se têm:

$$\Delta \widehat{S}_{t+1} = g\widehat{S}_t - w\widehat{S}_t^2 - qC_t + \epsilon_t^* \quad (14)$$

onde  $\epsilon_t^* = q \epsilon_t$ .

Dado que a equação (13) é linear com respeito às variáveis  $\widehat{S}_t$ ,  $\widehat{S}_t^2$  e  $C_t$ , os parâmetros  $g$ ,  $w$  e  $q$ , podem ser estimados pelo método de mínimos quadrados ordinários.

Note-se que dado  $\gamma = 1$  e uma vez estimado  $q$  a traves da equação (14), então utilizando a equação (12) é possível obter o stock estimado do recurso  $\widehat{x}_t$ .

#### 1.4. Aplicação do Modelo à Pescaria da Anchoveta Peruana

Os dados utilizados para a estimação dos parâmetros biológicos da pescaria da anchoveta peruana provem da base de dados construída a partir dos registros administrativos de todas as atividades de pesca de anchoveta que se realizam no Mar do Peru. Esta base de dados contém informação sobre as características físicas das embarcações que tem permissão para pescar anchoveta, e as capturas diárias que realizam estas embarcações.

A data final contém informação mensal especifica sobre áreas de pesca, tipos de esforço pesqueiro e capturas. Existem 168 meses de pesca (desde janeiro do 2000 ate dezembro do 2013), 2 tipos de esforço pesqueiro (embarcações

de casco de madeira e embarcações de casco de acero naval), 41 áreas de pesca, e 126,967 zarpes de pesca.

Utilizando esta data é estimado o modelo generalizado de Gordon-Schafer. Para a correção dos erros padrão é implementado um bootstrap sobre a base de 1,000 reamostragens em bloco sobre os indivíduos (embarcações), porém não sobre os períodos.

Os resultados da regressão do primeiro estágio são reportados na Tabela 1.

Tabela 1 - Função de Produção Estimada 0-1

Parâmetros econômicos	Parâmetro estimado	Erro padrão
Elasticidade da captura respeito ao esforço		
Acero naval	0.70	0.01
Constante específica ao esforço pesqueiro		
Acero naval	-1.56	0.16
Constante específica à área de pesca		
Atico	-0.40	0.02
Bayovar	-0.11	0.02
Caleta de Carquín	0.32	0.08
Callao	-0.10	0.01
Callao Norte	0.21	0.05
Callao Sur	0.09	0.03
Carquín	-0.04	0.03
Casma	0.21	0.04
Chancay	0.03	0.01
Chimbote 1	-0.02	0.01
Chimbote Norte	0.14	0.03
Chimbote Sur	0.55	0.05
Coishco	0.05	0.01
Chimbote 2	0.45	0.03
Gran trapecio	0.60	0.07
Huacho	0.01	0.02
Huarmey	0.04	0.02
Ilo	-0.30	0.01
La planchada	-0.26	0.02
Malabrigo	0.17	0.01
Malabrigo Norte	0.20	0.03
Malabrigo Sur	0.63	0.07
Matarani	-0.30	0.02
Mollendo	-0.29	0.03
Nuevo Chimbote	0.37	0.23
Ocoña	0.26	0.11
Paita	-0.30	0.01
Paracas 1	-0.01	0.01
Paracas Norte	-0.04	0.08
Paracas 2	-0.76	0.22
Paracas Sur	0.31	0.02
Parachique	-0.07	0.02
Pucusana	-0.08	0.09
Quilca	0.04	0.21
Salaverry	0.08	0.10

Samanco	0.13	0.03
Sechura	-0.43	0.11
Supe	0.05	0.01
Tacna	-0.45	0.09
Tambo de Mora	0.10	0.02

Note-se que a elasticidade da captura respeito ao esforço é menor a 1, o qual significa que a pesca de anchoveta está sujeita à lei de rendimentos decrescentes.

A estimação da função de produção generalizada de Schaefer mostra que o casco de madeira é mais eficiente que o casco de acero naval.

Também existe heterogeneidade espacial observável. Malabrigo, no departamento de La Libertad ao norte do Peru, é a área com maior capturabilidade.

Uma vez estimada a regressão do primeiro estágio, é possível estimar o índice do stock do recurso,  $\hat{S}_t$ , utilizando a equação (11). E a partir do índice do stock estimado e da equação (14) obtém-se os parâmetros biológicos, os quais mostram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Função Dinâmica de Crescimento Logístico Estimada

Nome	Variável	Parâmetro estimado	Erro padrão
Parâmetros biológicos			
Taxa de crescimento intrínseco	$g$	0.53	0.01
Capturabilidade	$q \times 10^{-5}$	0.10	0.05
Capacidade de carga	$K \times 10^3 TM$	2269.50	788.02
Captura máxima sustentável	$R \times 10^3 TM$	300.71	66.82



A máxima captura sustentável é a maior captura de longo prazo que pode ser implementada para a exploração de um recurso natural renovável sem afetar a capacidade de renovação do sistema biológico. No modelo Gordon-Schaefer, a máxima captura sustentável é  $\frac{gK}{4}$ .

Dados os parâmetros biológicos estimados, a captura mensal máxima sustentável na pescaria da anchoveta é 300.71 mil TM (1804,26 mil TM ao semestre).

### 1.5. Simulação da Captura Ótima e sua Comparação com a Captura Atual na Pescaria da Anchoveta Peruana

Com a finalidade de determinar a captura ótima na pescaria peruana de anchoveta é desenvolvido um modelo similar ao de Gonzales-Chávez (2015), porem em tempo discreto, de tal forma que o problema do planejador social está dado por:

$$\max_{R_t} \sum_{t=0}^{\infty} \left( \frac{1}{1+r} \right)^t \left( pR_t - \frac{c}{qx_t} R_t \right) \quad (15)$$

sujeito a

$$x_{t+1} = x_t + gx_t \left( 1 - \frac{x_t}{K} \right) - R_t \quad (16)$$

$$x_t \geq 0$$

$$R_t \in [0, \infty)$$

$$x_0 \text{ dado}$$

Onde  $R$  é a captura,  $x$  é o stock do recurso,  $g$  é a taxa de crescimento intrínseco,  $K$  é a capacidade de carga, e  $r > 0$  é a taxa social de desconto.

O estado estacionário da solução ao problema do planejador social é

$$R^* = gx^* \left(1 - \frac{x^*}{K}\right) > 0 \quad (17)$$

onde

$$x^* = \frac{K}{4} \left[ \left(1 - \frac{r}{g} + \frac{c}{pqK}\right) + \sqrt{\left(1 - \frac{r}{g} + \frac{c}{pqK}\right)^2 + \frac{8rc}{gpqK}} \right] > 0 \quad (18)$$

Os parâmetros utilizados para a simulação são aqueles obtidos na estimação econométrica do modelo generalizado de pesca, além de outros obtidos do próprio mercado:

Tabela 3 – Parâmetros utilizados na Calibração

Nome	Variável	Valor
<b>Parâmetros</b>		
Taxa de crescimento intrínseco	$g$	0.53
Capturabilidade	$q \times 10^{-5}$	0.10
Capacidade de carga	$K \times 10^3 TM$	2269.50
Taxa de desconto (mensal)	$\rho$	0.008
Custo médio	$c$ (US\$)	900
Preço	$p$ (US\$)	1800

Da equação (18) e dos parâmetros estabelecidos para a calibração se conclui que o stock ótimo do recurso é 8,24 milhões de TM ao semestre. De tal forma, que a captura ótima semestral no estado estacionário, em média, é 1,7 milhões de TM ao semestre.

Por outro lado, ao comparam-se os stocks estimados pelo IMARPE e as capturas efetivamente registradas, com as obtidas respetivamente do problema de maximização do planejador social, observa-se que a pescaria de anchoveta no Peru continuamente tem sido sobre explorada, o qual incrementa a probabilidade de acontecer um colapso na pescaria num futuro muito próximo. A evolução gráfica destas variáveis pode observar-se nos seguintes gráficos:

Gráfico 1 – Biomassa Observada vs. Biomassa Ótima

Milhões de TM

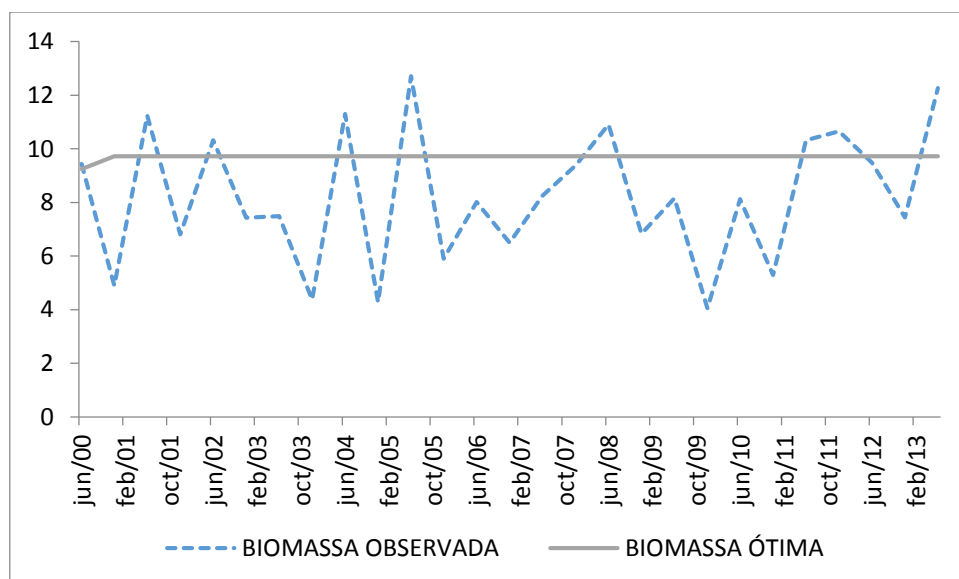
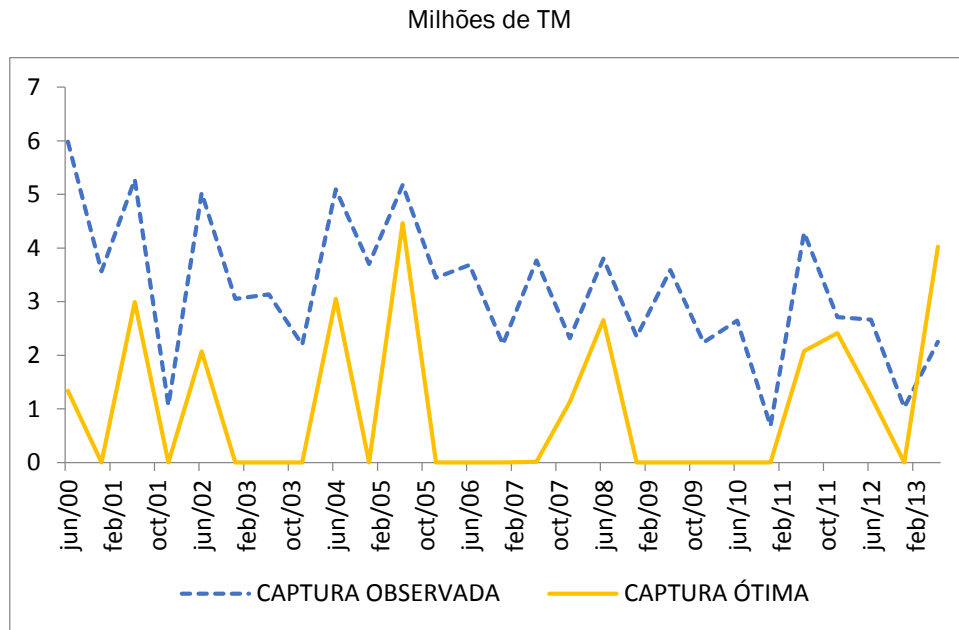


Gráfico 2 – Captura Observada vs. Captura Ótima



## 1.6. Conclusões

O artigo estima os parâmetros biológicos associados à dinâmica de crescimento da biomassa de anchoveta, e a partir de esta estimação calcula a máxima captura sustentável.

Para o cálculo de estes parâmetros biológicos é utilizada a metodologia em dois estágios proposta por Zhang e Smith (2011). O método está baseado em data microeconômica sobre as características físicas das embarcações que tem permissão para pescar anchoveta no Peru e volumes de captura realizadas por estas embarcações.

As vantagens da metodologia proposta por Zhang e Smith (2011) são três: (i) aproveita toda a informação disponível nas bases de microdados da pescaria de anchoveta no Peru, (ii) considera uma função de produção mais geral que a

função de produção tradicionalmente utilizada para estimar os parâmetros biológicos, e (iii) a metodologia implementada é muito simples do ponto de vista computacional.

Do análise econométrico se conclui que: (i) é satisfeita a lei de rendimentos decrescentes na função de produção generalizada de Schaefer respeito ao stock de biomassa, (ii) as embarcações com casco de madeira são mais eficientes, e (iii) A área de pesca mais eficiente para capturar anchoveta é Malabrigo (no departamento de La Libertade, ao noroeste do Peru).

Os parâmetros estimados são utilizados para determinar tanto a biomassa ótima assim como a captura ótima de anchoveta em estado estacionário. Assim mesmo, se compara as biomassas observadas e capturas observadas com as biomassas ótimas e capturas ótimas, e se conclui que a pescaria peruana de anchoveta tem sido continuamente sobre explorada pelo qual existe uma alta probabilidade de colapso nesta pescaria.

## Bibliografia

Bjorndal, T., “Production in a Schooling Fishery: The Case of the North-Sea Herring Fishery”, *Law Economics* 65, 49-56, 1989.

Bjorndal, T., e J. Conrad, “The Dynamics of an Open Access Fishery”, *Canadian Journal of Economics* 20, 74-85, 1987.

Campbell, H., “Estimating the Elasticity of Substitution between Restricted and Unrestricted Inputs in a Regulated Fishery: A Probit Approach”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 20, 262-274, 1991.

Clark, Colin, *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*, John Wiley & Son, Inc., 1990.

Coleman, F., W. Figueira, J. Ueland, e L. Crowder, “The Impact of United States Recreational Fisheries on Marine Fish Population”, *Science*, 305, 1958-1960, 2004.

Comitini, S. e D. Huang. “Study of Production and Factor Shared in Halibut-Fishing-Industry”, *Journal of Political Economy*, 75, 366-372, 1967.

Costello, C. e S. Polinsky: “Optimal Harvesting of Stochastic Spatial Resources”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 56, 1-18, 2008.

Davidson R. e J. MacKinnon, *Estimation and Inference in Econometrics*, New York: Oxford University Press, 1993.

Gonzales – Chávez, Christiam, “Regulação Ótima de Pescarias com Imperfeito Enforcement dos Direitos de Propriedade”, *Working Paper EPGE – FGV*, 2015.

Gordon, H., "Economics Theory of a Common-Property Resource: The Fishery", *Journal of Political Economy*, 62, 124-142, 1954.

Hsiao, C., *Analysis of Panel Data*, 2da ed., Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

Kapetanios, G., "Bootstrap Procedure for Panel Data Sets with Many Cross-Sectional Units", *Econometrics Journal*, 11, 377-395, 208.

Kirkley, J. C. Paul, e D. Squires, "Capacity and Capacity Utilization in Common-Pool Resource Industries: Definition, Measurement, and a Comparison of Approaches", *Environmental and Resource Economics*, 22, 71-97, 2002.

Morey, E., "A Generalized Harvest Function for Fishing: Allocating Effort among Common Property Cod Stock (a Generalized Harvest Function)", *Journal of Business and Management*, 13, 30-49, 1986.

Murphy, K. e R. Topel, "Estimation and Inference in Two-Step Econometrics Models", *Journal of Business and Economics Statistics*, 3, 370-379, 1994.

Newey, W. K. e D. L. McFadden, "Large Sample Estimation and Hypothesis Testing", in R. F. Engle e D. L. McFadden (Eds.), *Handbook of Econometrics*, New York: Elsevier Science, 2111-2245, 1994.

Pella, J. e P. Tomlinsom, "A Generalized Stock Production Model", *Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission*, 13, 421-454, 1969.

Schaefer, M., "Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to the Management of Commercial Marine Fisheries", *Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission*, 1, 26-56, 1954.

Schnute, J. T. e A. R. Kronlund, "Estimating Salmon Stock-Recruitment Relationships from Catch and Escapement Data", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59, 433-449, 2002.

Segerson, K. e D. Squires, "Capacity Utilization under Regulatory Constraints", *This Review*, 75, 76-85, 1993.

Sethi, G., C. Costello, A. Fisher, M. Hanemann, e L. Karp, "Fishery Management under Multiple Uncertainty", *Journal of Environmental Economics and Management*, 50, 300-318, 2005.

Tsoa, E., W. E. Schrank, e N. Roy, "Generalizing Fisheries Models: An Extension of the Schaefer Analysis", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42, 44-50, 1985.

Uhler, R. S., "Least-Squares Regression Estimates of the Schaefer Production-Model: Some Monte-Carlo Simulation Results", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 1284-1294, 1980.

Valpine, P. de, e A. Hastings, "Fitting Population Models Incorporating Process Noise and Observation Error", *Ecological Monographs*, 72, 57-76, 2002.

Wilen, J. E., "Common Property Resources and the Dynamics of Overexploitation: The Case of the North Pacific Fur Seal", University of British Columbia, Natural Resource Economics Working Paper No. 3, 1976.

Zhang, J. e M. D. Smith, "Estimation of a Generalized Fishery Model: A Two-Stage Approach", *The Review Economics and Statistics*, 93, 690-699, 2011.



## **Capítulo 3**

### **Fatores Condicionantes da Reincidência Criminal no Chile**

O trabalho é um esforço por estudar os fatores de reincidência criminal no Chile, uma área de pesquisa que tem sido escassamente explorada em América Latina, embora da sua importância na agenda pública e dada a crença da sociedade chilena que a criminalidade é explicada fundamentalmente por criminais reincidentes. A aproximação escolhida no presente estudo analisa a reincidência a partir da imputação. Para estudar os determinantes a reincidência, utiliza-se um modelo econométrico binário, o modelo Probit, que permite analisar como a idade, sexo, e o tipo de delitos cometidos, afetam a probabilidade de reincidência. Observa-se que na maior dos casos os estimadores apresentam o sinal esperado.

### **3.1. Introdução**

A criminalidade é atualmente considerada como um dos principais problemas na sociedade chilena. Na última década, os delitos de roubo y furto incrementaram-se em 12 e 13% respectivamente, enquanto os delitos relacionados com drogas cresceram a uma taxa de 33%. Ao respeito, na sociedade chilena existe a percepção generalizada que o incremento na criminalidade é consequência dos atos criminais cometidos por delinquentes reincidentes. Porém, não existem estudos que identifiquem quais são os fatores que determinam a reincidência delinquencial no Chile.

A falta de bases de dados tem sido a razão principal pela qual não se tem desenvolvido estudos sobre a reincidência criminal. Nos EAU, os estudos sobre reincidência criminal<sup>9</sup> têm-se baseado ou em informação sobre prisioneiros que já cumpriram suas condenas ou sobre criminais que cometeram um conjunto específico de delitos. Neste caso, a evidencia baseada num conjunto restrito de informação gera duas tipos de problemas: (i) nos estudos baseados em informação de criminais liberados uma vez concluídas suas condenas, os sujeitos analisados são, em geral, pessoas que têm sido sentenciadas por delitos de certa gravidade, e (ii) nos estudos baseados em criminais que cometeram algum tipo específico de delito, as conclusões são condicionais aos delitos analisados.

O presente trabalho pretende contornar os problemas acima sinalados utilizando informação dos imputados da Defensoria Penal Pública (DDP) no período 2001 – 2007. Nesta base de dados se define como reincidente a aquela pessoa que tem sido imputado em dois períodos distintos de tempo. Embora o estudo determina a reincidência sobre a imputabilidade e não sobre

---

<sup>9</sup> Schmidt e Witte (1989).

a própria condena, pois um sujeito poderia ser imputado porem finalmente não condenado, assume-se que o padrão de captura é não-viesado<sup>10</sup>, então a reincidência da imputabilidade é uma variável proxy da reincidência real.

No Chile não existem estudos que tenham analisado a partir da teoria econômica a reincidência criminal, nem estudos que analisem como a realização de um delito inicial pode condicionar a realização de outro delito posterior. Assim, o presente estudo constitui um dos primeiros em estudar a reincidência no Chile desde um enfoque econômico.

O estudo encontra que a taxa de reincidência geral foi aproximadamente 17% entre 2001 y 2007. Assim mesmo, encontra-se evidencia que a natureza do primeiro delito condiciona o nível de reincidência. Por exemplo, os imputados cujo primeiro delito está associado a delitos contra a propriedade, como os roubos e furtos, apresentam um nível de reincidência de 37%. Por outro lado, existe evidencia de especialização, em efeito, do total de reincidentes por roubos violentos, não violentos e furto, a percentagem que reincide no mesmo tipo de delito oscila entre 33 e 47%, mas se considera-se estes delitos como se formaram um único tipo de delito, a percentagem incrementa-se a níveis próximos ao 65%.

O gênero, a idade, a condição civil, a escolaridade e a quantidade de pessoas que dependem do indivíduo (principalmente filhos) mostram efeitos sobre a reincidência. Por exemplo, as mulheres apresentam uma menor taxa de reincidência que os homens, enquanto que os menores de idade apresentam uma taxa de reincidência maior que os que já alcançaram a maioria de idade, o mesmo acontece com as pessoas solteiras e sem pessoas dependentes.

---

<sup>10</sup> Um indivíduo é imputado por um delito, se existem evidencias suficientes para embelezar-se um caso penal. Neste sentido, a imputação é um indicador valido, porem imperfeito, da ação criminal.

Congruentemente observa-se que as pessoas com maior nível de educação têm uma taxa de reincidência menor.

Para estudar os determinantes a reincidência, utiliza-se um modelo econométrico binário, o modelo Probit, que permite analisar como a idade, sexo, e o tipo de delitos cometidos, afetam a probabilidade de reincidência. Observa-se que na maior dos casos os estimadores apresentam o sinal esperado.

### **3.2. Fatos estilizados**

No trabalho seminal de Becker (1968) mostrou-se que para os indivíduos que decidem delinquir, a atividade criminal gera um maior retorno que o gerado numa atividade legal, ainda descontando as penalidades potenciais que lhe seriam aplicados no caso de ser capturados.

Num cenário estático, no qual os fatores não variam entre períodos, os indivíduos que decidiram delinquir num período, também delinquiram em qualquer outro período posterior. Porém, os fatores que condicionam a criminalidade estão em constante mudança, pelo que a decisão de delinquir pode variar significativamente a través do tempo, Alguns fatores podem incentivar a reincidência, enquanto que outros podem ter um efeito inverso.

Por exemplo, a idade pode estar correlacionada inversamente com a reincidência e é um fator que evidentemente muda a través do tempo. Irish (1989) mostra que a idade é um fator significativo na reincidência, ao encontrar que os jovens sob liberdade condicional têm uma maior probabilidade de delinquir em comparação aos adultos. A maior tendência a

delinquir por parte dos jovens tem sido tratada de explicar com teorias que vão desde enfoques psico-fisiológicos até enfoques de capital social.

O estado civil e a condição de padre ou madre de família, são variáveis que também mudam a través do de tempo. Existe evidencia que estas variáveis tem um efeito dissuasivo sob a reincidência, por exemplo, a família atuaria como um elemento de controle social. Landis et al (1969), Petersilia (1985), Petersilia e Turner (1990), por exemplo, encontram que o estado marital é um fator significativo que afeta a reincidência. Os condenados casados e com liberdade condicional, pelo geral requerem de menor controle que os condenados solteiros, como consequência as responsabilidades associadas à paternidade.

Existem por outro lado, modificações endógenas pelo feito mesmo de delinquir que podem condicionar permanentemente a reincidência dos indivíduos, transformando a decisão inicial de participar em atividades ilegais num fator importante nas ações delitivas sucessivas. Em primeiro lugar, se um indivíduo delinque e não é capturado, pode melhorar suas habilidades delitivas, incrementando a produção de ações ilegais e, em segundo lugar, as suas atuações delitivas poder revelar informação sobre a probabilidade real de captura, informação que antes da atividade delitiva é desconhecida.

Do mesmo modo, o estigma social gerado pela captura pode trazer como consequência alterações permanente na aquisição de renda legal. Quando um delinquente é capturado e sancionado, a comissão do delito é registrada, em geral, de forma permanente nos antecedentes do indivíduo. Este registro pode reduzir a probabilidade de ser contratado no mercado laboral legal, como consequência que os empregadores têm uma disposição negativa a contratar réus e sentenciados. Assim, a renda legal diminui, e melhora o atrativo das atividades ilegais, e, portanto incrementa-se teoricamente a probabilidade de

reincidência criminal. Ao respeito Pritchard (1979) indica que a instabilidade induz a um incremento da reincidência.

Outros estudos mostram evidencia que os centros de reclusão podem incrementar as habilidades delitivas ao produzir-se uma transferência de conhecimento entre criminais. Ao respeito Bayer, Hjalmarsson e Pozen (2009) pesquisam a forma como as redes sociais e as iterações afetam o “capital humano” no comportamento criminal, examinando a influência dos delinquentes juvenis num mesmo centro correcional sob novos comportamentos criminais. Os autores encontram que os jovens que foram expostos a pares que cometeram o mesmo crime, incrementaram suas probabilidades de reincidência. Petersilia (1985), e Vito (1986) reportam resultados similares.

O sexo e a etnia, ainda sendo condições invariantes, têm sido sinalados também, como elementos relevantes que afetam a probabilidade de reincidir. As mulheres são menos propensas à atividade criminal e à reincidência em geral, como consequência do seu role social na consolidação familiar.

Por outro lado, Kim, Benson, Rasmussen e Zuehlke (1993), num estudo sobre delinquência e drogas, encontram que a variabilidade dos custos de oportunidade é consequência, entre outros fatores, a etnia. Sirakaya (2006) também mostra a existência de fatores de risco de reincidência que depende do gênero e da pertencia a grupos raciais nos EUA. O autor sinala que os fatores de risco mais significativos para os afro-americanos são: ser homem, jovem, desempregado, com historial em abuso de drogas, terem sido condenados anteriormente por crimes graves, por delitos contra a propriedade, roubo e tráfego de drogas; para o caso dos latinos, os fatores de risco mais significativos são: ser jovem, desempregado, ter um historial de abuso de

drogas, com condena por delitos contra a propriedade, roubo e tráfego de drogas.

Desde a perspectiva de gênero, os fatores de risco mais relevantes para as mulheres são a falta de emprego, com anterior condena por delitos graves, e para os homens os fatores são o desemprego, ser jovem, escassa educação, com historial de abuso de drogas, com condena por delito grave e morar em vizinhanças com alta percentagem de pessoas pobres.

Sirakaya (2006) mostra também que a reincidência criminal gera externalidades na medida em que reincidência gera mais reincidência. O estudo encontra evidencia que as interações sociais podem atuar como um elemento de risco, destacando que a prevenção da reincidência diminui a criminalidade futura. O anterior permite concluir que uma pequena mudança nos fundamentos pode provocar grandes mudanças no comportamento do grupo, de modo que os efeitos dos multiplicadores sociais poderiam explicar as diferencias nas taxas de reincidência que foram observadas em alguns estados de EUA, que vão desde 22% em Kentucky (Vito, 1986) a 65% em Califórnia (Petersilia, 1985).

### **3.3. Revisão da Literatura**

O análise da reincidência na literatura da economia do crime pode ser agrupada em quatro categorias. A primeira estuda como as diferenças no tipo de crime influenciam a taxa de reincidência, a segunda categoria enfoca-se em como as condições carcerárias determinam a reincidência, a terceira analisa como as diferencias na estrutura de incentivos que encara cada detento determina a sua taxa de reincidência, e a quarta categoria examina o efeito,

sobre a taxa de reincidência, dos fatores institucionais no ambiente para o qual os ex reclusos retornam quando saem de prisão.

**a. Efeito do tipo de crime sobre a taxa de reincidência.**

Segundo o Bureau of Justice Statistics (2002), no ano 1994 as mais altas taxas de reincidência em quinze estados norte-americanos foram: roubo (70%), assalto (74%), furto (75%), roubo de veículos (79%), possuidores/vendedores de bens roubados (77%), possuidores/vendedores de armas (70%). Note-se que todos esses crimes tem uma natureza econômica, o qual pode sugerir que ao menos um grupo de reclusos ao sair de prisão reincidem por motivações financeiras.

Assim, se for verdade que os ex reclusos reincidem por motivações financeiras, então destaca-se a importância de implementar programas de reabilitação relacionadas ao investimento em capital humano para melhorar as perspectivas de emprego dos reclusos uma vez que saem da prisão. Para uma maior discussão sobre esta categoria ver, por exemplo, Hall, Harger e Stansel (2015).

**b. Efeito das prisões.**

A partir do trabalho seminal de Becker (1968), vários estudos têm examinado a relação entre o potencial efeito dissuasor do encarceramento em prisão sobre a taxa de reincidência. Embora os estudos iniciais argumentavam que tanto as leis e penalidades severas assim como as duras condições carcerárias reduzem a criminalidade. Porém, resultados de estudos mais recentes sugerem que as duras condições carcerárias não reduzem as taxas de reincidência, pelo



contrário poderiam incrementar a probabilidade de reincidência (ver, por exemplo, Chen e Shapiro (2007); Drago et al (2011)). Assim, as condições duras das prisões podem servir como um elemento dissuasor para os indivíduos que nunca foram a prisão, a evidencia empírica sugere que essas condições não dissuadem a reincidência nos ex reclusos (Drago et al, 2011).

Nesta linha, Hjalmarson (2009) utilizando uma descontinuidade na lei penal para jovens no estado de Washington, encontrou evidencia de uma relação causal entre um incremento na probabilidade de encarceramento juvenil e uma redução na probabilidade de reincidência pós-libertação. Utilizando uma metodologia similar, Drago et al (2009) explora a descontinuidade numa lei na Itália que permitiu uma redução de três anos na sentença para todos os reclusos que cometeram um crime priori ao 2 de maio do 2006. Esta redução na condena estava sujeita a que se o ex recluso reincidia nos cinco primeiros anos depois de esta redução, deveria cumprir a nova condena mais os anos que não cumpriu da condena anterior. Este estudo mostrou como a existência de uma ligação direta entre o comportamento criminal pós liberação e o tamanho da sentença serve como dissuasão para a reincidência.

**c. Diferenças na estrutura de incentivos.**

Outra linha de pesquisa centra-se na estrutura de incentivos que enfrentam os indivíduos durante o período que estão em prisão. Em prisões onde a liberação antecipada não depende de um conselho de liberdade condicional, os reclusos não têm incentivos para uma reabilitação por própria iniciativa durante o período que está em prisão (Kuziemko, 2013). Porém, quando o conselho de liberdade condicional

tem poder discricional para escolher quem dos reclusos terão liberdade condicional, os reclusos são mais propensos a participar nos programas de reabilitação oferecidos pela prisão com a finalidade de sinalizar que já estão reabilitados e que. Portanto, deveriam ser liberados (Kuziemko, 2013). Embora, Kuziemko (2013) tem testado esta hipótese no estado de Georgia ainda não tem sido testado em outros estados ou países.

**d. Efeitos institucionais nas comunidades.**

Questões institucionais dentro das comunidades em que ex reclusos são liberados também pode ser responsável pelas altas taxas de reincidência. Olson et al (2004) constataram que membros de gangues são mais propensos a reincidir do que suas contrapartes que não pertencem a gangues. Assim, as áreas onde existem maiores taxas de filiação a gangues tem maiores taxas de reincidência. Os autores também encontram que os membros das gangues são mais propensos a reincidir devido à sua maior probabilidade de voltar a um estilo de vida criminal depois de sua liberação. É possível que a relação entre a participação em gangues e a taxa de reincidência está relacionado com a qualidade das instituições formais na comunidade em que atua a gangue. Por exemplo, os estados com menores restrições no mercado de trabalho pode ter menores taxas de reincidência porque para os ex reclusos em liberdade condicional é mais fácil encontrar emprego. Em particular, Hall, Harger e Stansel (2015) encontram que nos estados onde o governo tem uma menor intervenção nos assuntos econômicos dos cidadãos, pode resultar num melhor ambiente para que os ex reclusos em liberdade condicional possam não se envolver em atividades criminosas.

### 3.4. Modelo econométrico

Uma das hipóteses que se deduz da revisão da literatura é que um indivíduo reincidira se o valor atual liquido da atividade ilícita  $V_I$  supera o da atividade lícita  $V_L$ . Para provar esta hipótese, e dada a natureza dicotômica da variável observável, se procedeu a utilizar um modelo *probit*.

Define-se uma variável  $Y_i$ , que toma valor 1 reincide, e 0 em caso contrário, de modo que:

$$Prob(Y_i = 1) = Prob(V_I^i - V_L^i > 0) \quad (1)$$

O valor da atividade ilegal, além da renda gerada pelo crime,  $\pi_i(c)$ , depende das sanções que se possam imputar  $s_i$  e da probabilidade efetiva de ser sancionado, a que é aproximada pela *hazard rate*  $h_i$ .

Nesse sentido, pode-se estabelecer a seguinte equação  $V_I^i = V_I^i(\pi_i(c), h(c, n), s(c, n))$ .

Assim mesmo, a renda ilegal  $\pi$  depende do tipo de delito cometido, o qual pode ser delito contra a propriedade, delito por drogas, delito violento u outro delito.

Define-se a variável *dummy*  $D_m^i$ , com  $m = 1, 2, 3, 4$ , que toma valor 1 se o delito  $m$  foi cometido pela primeira vez pelo individuo  $i$  e 0 em caso contrario. A incorporação desta variável assume que o individuo utiliza a informação do seu primeiro delito para inferir a rentabilidade da atividade criminal. Assim mesmo, devido a que a renda ilegal depende da riqueza das vítimas inclui-se como variável explicativa a renda média provincial da área na que mora o indivíduo ( $Ing\_prov$ ).

Com a finalidade de incluir a probabilidade de captura assim como o efeito que pode gerar o entorno, considera-se como outra variável determinante de  $V_I$ , o nível de delito comunal da área na que mora o indivíduo ( $Crim\_comu$ ). A suspensão da sentença que pode ter conseguido na primeira sentença, evento que pode afetar a percepção da probabilidade de captura e sanção, é aproximada pela variável *dummy*  $D^i\_susp$  que toma valor 1 se a sentença foi suspensa e 0 em caso contrário.

Também se inclui a variável  $D\_susp * D\_contra\_prop$  definida pelo produto das variáveis  $D\_susp$  e  $D\_contra\_prop$  para analisar se os delitos contra a propriedade (roubo, roubo não violento e furto) apresentam uma maior reação à suspensão da sanção. Por simplicidade assume-se que a função  $V_I^i$  pode ser expressa linearmente a traves de:

$$V_I^i = \alpha + \beta_1 Ing^i\_prov + \sum_{m=1}^4 \beta_{2m} D_m^i + \beta_3 Crim^i\_comu + \beta_4 D^i\_susp + \beta_5 D^i\_susp * D^i\_contra\_prop + v_I^i \quad (2)$$

onde  $\alpha$  é uma constante e  $v_I$  é uma variável aleatória normal  $N(0, \sigma_I)$ .

Por outro lado, a renda legal depende do grau de especialização do individuo e dos seus anos de experiência laboral (aplicando implicitamente a equação de Mincer), mas também depende de se ao momento de cometer o delito encontra-se empregado ou não. Contudo, se bem é possível conhecer se um indivíduo está empregado ao momento da reincidência, em geral desconhece-se se os não reincidentes estão empregados. Com a finalidade de contornar este problema assume-se que a condição do emprego ao momento de avaliar se reincide ou não, pode ser aproximado pela variável dicotômica  $D\_trab$ , que

toma valor 1 se o individuo estava empregado ao momento de cometer o primeiro delito, e 0 em caso contrário.

Para aproximar a equação de Mincer, utiliza-se as seguintes variáveis:  $D_{no\_educ\_media}$ , que toma valor 1 se o individuo não concluiu a educação secundaria, e 0 em caso contrario,  $D_{tecnico}$  que toma valor 1 se o emprego declarado foi de tipo técnico e 0 em caso contrario,  $D_{profesional}$ , que toma valor 1 se o emprego declarado foi de tipo profissional e 0 em caso contrário,  $D_{obrero\_no\_calificado}$ , variável que toma valor 1 se o emprego declarado foi de tipo trabalhador não qualificado. A experiência é calculada utilizando as variáveis anos de estudo  $A_{educ}$  e idade do indivíduo ( $Edad$ ). Como variável de aproximação da renda que potencialmente atingiria o indivíduo se desenvolve uma atividade legal, incluiu-se a variável renda da comuna ( $Ing\_comunal$ ).

Finalmente, assume-se que o valor da atividade legal pode ser expressado como uma função linear da forma:

$$\begin{aligned} V_L^i = & \delta + \gamma_1 D_{obrero\_no\_calificado}^i + \gamma_2 D_{tecnico}^i + \gamma_3 D_{profesional}^i \\ & + \gamma_4 D_{trab}^i + \gamma_5 A_{educ}^i + \gamma_6 Edad^i \\ & + \gamma_7 D_{no\_educ\_media}^i + v_L^i \end{aligned} \quad (3)$$

onde a variável aleatória  $v_L$  segue uma distribuição normal  $N(0, \sigma_L)$ .

Também são incluídas outras variáveis de controle que podem afetar o comportamento do indivíduo, como o número de pessoas dependentes ( $Dependentes$ ), assim como o sexo do imputado, a qual foi definida pela variável  $D_{sexo}$  que toma valor 1 se o individuo for homem e 0 se for mulher.

Para identificar se a atividade criminal pode proporcionar informação respeito dos níveis reais da probabilidade de captura e de recompensa do delito, inclui-se a variável *Crim\_comu*, que mede o nível de atividade criminal da comuna, medida como o número de delitos por cada 100.000 habitantes. Adicionalmente incluem-se as variáveis: (i) Pobreza, que corresponde à percentagem da população em condição de pobreza na comuna, (ii) *Pob\_men\_12*, que indica a percentagem da população de menos de 12 anos e *Ruralidad*, que é a percentagem da população considerada rural pela comuna. A informação relativa à área de residência do indivíduo foi obtida das Pesquisas CASEN dos anos nos que se registrou o primeiro delito.

### 3.5. Resultados

Na Tabela 11 são apresentados os resultados das estimações, os quais são coerentes com os resultados esperados para quase todas as variáveis analisadas. Os resultados foram obtidos a partir de duas estimações econométricas. A primeira estimação considera todas as variáveis discutidas na seção anterior, enquanto a segunda considera unicamente aquelas variáveis significativas ao 95% de nível de confiança.

Os tipos de delitos afetam de modo diverso a probabilidade de reincidência. Dos quatro grupos delitivos estudados, unicamente os delitos contra a propriedade (composto fundamentalmente por roubos, roubos não violentos e furtos), apresentam um coeficiente positivo, i.e., incrementam a probabilidade de reincidência em maior proporção que os demais grupos delitivos (delitos violentos e drogas). Este é um resultado esperado, devido a que em geral, as penalidades para este tipo de delito são leves. As estimações sinalam que se um indivíduo tem realizado um delito associado à categoria de delitos contra a

propriedade (roubo, roubo não violento e furto), incrementa a probabilidade de reincidir entre 7,6% e 7,7%. Enquanto que aqueles que tem realizado um delito associado às drogas (como primeiro delito), apresentam uma probabilidade de reincidir de -2,5%. A renda provincial, a qual foi incluída como *proxy* da renda ilícita, a qual embora apresenta o signo esperado, não resulta significativa ao 95% de confiança.

Por outro lado, as variáveis associadas ao valor da atividade legal mostram resultados misturados. A idade mostra uma correlação negativa com a probabilidade de reincidência. As estimações sugerem que por cada ano, a probabilidade de reincidir diminui em 0,4%, i.e., uma pessoa que se inicia na atividade criminal a os 27 anos apresenta 4% menos probabilidades de reincidir que uma pessoa de 17 anos. Este fato é concordante com os fatos estilizados preliminares que sinalam que as pessoas mais jovens são mais propensas a participar em atividades criminais.

Assim mesmo, os resultados sinalam que enquanto mais anos de estudo possui um indivíduo menor será a probabilidade de reincidência. Foram incluídas duas variáveis associadas à educação. A primeira indica o número de anos de educação alcançado pelo indivíduo, e a segunda variável é uma variável *dummy* que sinala se o indivíduo concluiu o segundo grau (nível mínimo obrigatório que fornece o Estado chileno). Em primeiro lugar se infere que enquanto mais anos de estudo possui o indivíduo, a probabilidade de reincidência se reduz em -0,3% por ano de estudo. Contudo, se o indivíduo não tem concluído o segundo grau, a probabilidade de reincidência incrementa-se em 3%. O anterior indica que um indivíduo com nenhuma educação, incrementa sua probabilidade de reincidência em 3%, enquanto que um indivíduo com educação universitária reduz sua probabilidade em ao redor de 5,8%. Este resultado pode interpretar-se com que quanto maiores são os anos

de estudo, maiores é o capital humano e maior será o nível de renda legal, o qual reduz os incentivos a reincidir.

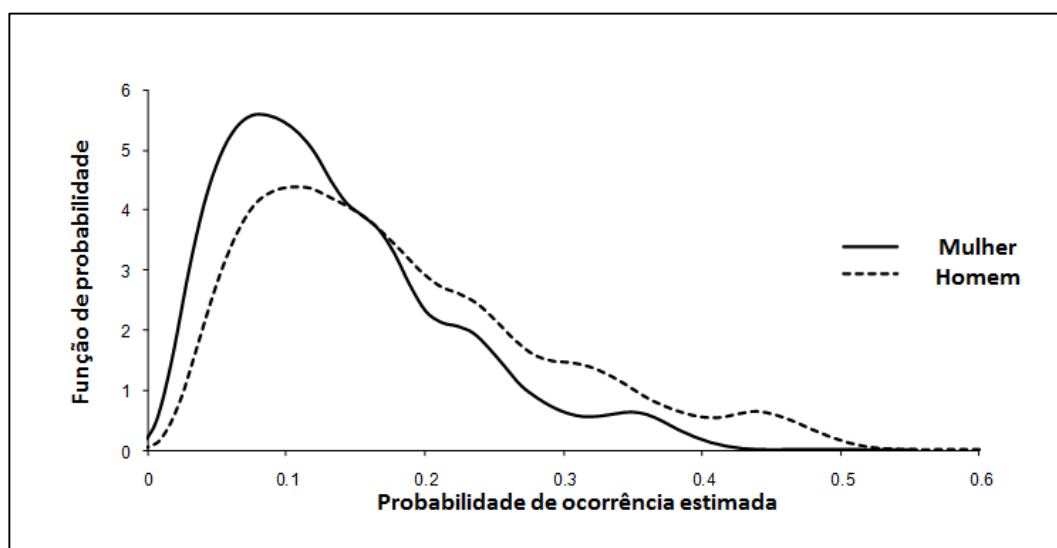
Respeito à atividade laboral, as regressões mostram que os trabalhadores não qualificados apresentam uma probabilidade de reincidência maior em 0,5%, e os trabalhadores técnicos e profissionais apresentam um efeito marginal negativo, o que implica uma menor probabilidade de reincidência. Contudo deve notar-se que os coeficientes são significativos mesmo que se incluía as variáveis de educação, que a priori estão correlacionadas com o tipo de atividade desenvolvida.

Por outro lado, os resultados mostram que os homens apresentam uma probabilidade de reincidência 5% maior que das mulheres, porem quando se simulam as probabilidades de reincidência considerando as características reais dos homens e mulheres que foram registrados na base de dados, encontram-se que unicamente o 11% das mulheres apresentam probabilidades de reincidência superiores ao 24%, porem no caso dos homens o 24,5% apresentam probabilidades de reincidência superiores ao 24% (ver o Gráfico 2).



**Gráfico 2**

**Probabilidade de reincidência na amostra estudada**



Resulta interessante notar que as variáveis relacionadas às comunas onde moram os indivíduos apresentam coeficientes significativos. Os indivíduos que residem em comunidades rurais apresentam uma probabilidade de reincidência menor em 11% respeito a aqueles que moram em áreas urbanas, porem a pobreza (medida como a percentagem da população pobre na comuna onde mora o indivíduo) mostra um resultado contrário ao esperado, pois se encontrou uma relação inversa. Assim mesmo, observa-se que quanto maior é a percentagem da população menor de 12 anos, a probabilidade de reincidência se incrementa.

Em ambos modelos estimados os indivíduos que apresentam pessoas dependentes (principalmente filhos), tem uma probabilidade de reincidência menor em 2% com relação a aqueles que não têm pessoas dependentes. Assim mesmo, aprecia-se que a percentagem de crime comunal afeta a probabilidade

de reincidência (apresenta coeficiente significativo): um incremento de 10 delitos por cada 100 mil habitantes incrementa a probabilidade de reincidência em 0,17%.

### **3.6. Conclusões**

O trabalho é um esforço por estudar os fatores de reincidência criminal no Chile, uma área de pesquisa que tem sido escassamente explorada em América Latina, embora da sua importância na agenda pública e dada a crença da sociedade chilena que a criminalidade é explicada fundamentalmente por criminais reincidentes. O presente estudo utiliza a reincidência na imputação como proxy da reincidência criminal.

As estimações mostram que os fatores que afetam a renda legal, jogam um papel muito importante na determinação da probabilidade de reincidência. A educação e o nível de especialização no trabalho, por exemplo, reduzem a probabilidade de reincidência. Por outro lado, enquanto maior for a idade da pessoa, menor a probabilidade de reincidência, Todos estes resultados são consistentes com a literatura econômica.

Contudo, contrariamente ao sinalado pela opinião pública, a suspensão de penalidades não parece incrementar a probabilidade de reincidência, embora o nível de criminalidade onde mora o criminal se afeta a probabilidade de reincidência.

As pessoas que têm sido imputadas por delitos econômicos no seu primeiro delito (roubo, roubo não violento e furto), tem uma maior disposição por reincidir. Enquanto que as pessoas com dependentes (principalmente filhos) tendem a reincidir menos.

Por último, o indicador de renda ilegal (medido como a renda média da província) não resulta significativo, embora a renda média da comuna (uma *proxy* utilizada para a renda legal) se é significativa.

**Tabela 11**  
**Modelo PROBIT de reincidência**

Variables Explicativas	Modelo 1			Modelo 2		
	Regresión	Efecto Marginal	P> z	Regresión	Efecto Marginal	P> z
Edad	-0.018425 (0.0003255)	-0.0043742 (0.00008)	0.00	-0.0184374 (0.0003252)	-0.0043773 (0.00008)	0.00
D_no_educ_media	0.1317766 (0.0100742)	0.0308692 (0.00233)	0.00	0.1318234 (0.0100742)	0.0308808 (0.00233)	0.00
A_educ	-0.0142854 (0.0012972)	-0.0033915 (0.00031)	0.00	-0.0142879 (0.0012972)	-0.0033921 (0.00031)	0.00
D_tecnico	-0.1011404 (0.0169901)	-0.0229376 (0.00367)	0.00	-0.1010866 (0.0169898)	-0.0229266 (0.00367)	0.00
D_profesional	-0.0953355 (0.0289488)	-0.0215863 (0.00624)	0.00	-0.0953779 (0.0289486)	-0.021596 (0.00624)	0.00
D_oubrero_no_calificado	0.0225738 (0.0098115)	0.0053281 (0.0023)	0.02	0.0226113 (0.0098112)	0.005337 (0.0023)	0.02
D_trab	-0.1361071 (0.0080942)	-0.0316465 (0.00184)	0.00	-0.1356742 (0.0080821)	-0.0315488 (0.00184)	0.00
D_sexo	0.2351262 (0.0096991)	0.0513511 (0.00193)	0.00	0.2348591 (0.009695)	0.0512991 (0.00193)	0.00
Pob_men_12	0.6661009 (0.1580195)	0.1581374 (0.03751)	0.00	0.6778147 (0.1575722)	0.1609223 (0.03741)	0.00
Pobreza	-0.4608706 (0.0717206)	-0.1094142 (0.01702)	0.00	-0.4818498 (0.0684675)	-0.1143976 (0.01625)	0.00
Ruralidad	-0.4720332 (0.022912)	-0.1120643 (0.00529)	0.00	-0.480517 (0.020558)	-0.1140812 (0.00487)	0.00
Ing_comunal	-0.000000123 (0.0000000218)	2.92E-08	0.00	-0.000000119 (0.0000000215)	-2.83E-08	0.00
Ing_prov	2.54E-08 (0.0000000258)	6.02E-09	0.33			
D_contra_prop	0.3069244 (0.0104143)	0.0769674 (0.00275)	0.00	0.3073214 (0.0104064)	0.077074 (0.00275)	0.00
D_violentos	-0.0310348 (0.0091963)	-0.0073088 (0.00215)	0.00	-0.0309897 (0.0091962)	-0.0072984 (0.00215)	0.00
D_drogas	-0.1126179 (0.0181642)	-0.0253292 (0.00386)	0.00	-0.1122261 (0.0181599)	-0.0252465 (0.00386)	0.00
D_susp	-0.2515421 (0.0086427)	-0.0604151 (0.00209)	0.00	-0.2512576 (0.0086377)	-0.0603475 (0.00209)	0.00
D_susp X D_contra_prop	-0.0792839 (0.0137667)	-0.018304 (0.00309)	0.00	-0.0794777 (0.0137652)	-0.0183479 (0.00309)	0.00
Crim_comu	0.0007276 (0.0000404)	0.0001727 (0.00001)	0.00	0.0007318 (0.000402)	0.0001737 (0.00001)	0.00
Dependientes	-0.0843663 (0.0027138)	-0.0200292 (0.00064)	0.00	-0.0838526 (0.0026621)	-0.0199077 (0.00063)	0.00
Constante	-0.3610143 (0.0481261)		0.00	-0.346308 (0.0457355)		

## Bibliografia

Bayer, Patrick, Randi Hjalmarsson e David Pozen, "Building Capital behind Bars: Peer Effects in Juvenile Corrections", *Quarterly Journal of Economics*, 124, 105-147, 2009.

Becker, Gary, "Crime and Punishment: An Economics Approach", *Journal of Political Economy*, 76, 169-217, 1968.

Benavente, José, Emerson Melo, "Determinantes Socio Económicos de la Criminalidad en Chile durante los Noventa", Serie Documentos de Trabajo, Facultad de Negocios y Economía, Universidad de Chile, 2006.

Benedict, Reed, Lin Huff-Corzine, "Return to the Scene of the Punishment: Recidivism of Adult Male Property Offenders on Probation, 1986-1989", *Journal of Research on Crime and Delinquency*, 34, 237-52, 1997.

Bureau of Justice Statistics, "Recidivism of Prisoners Released in 1994". Washington: US Department of Justice, 2002.

Chen, K. e J. Shapiro, "Do Harsher Prison Conditions Reduce Recidivism? A Discontinuity Based Approach", *American Law and Economics Review*, 9 (1), 1-29, 2007.

Drago, F., R. Galbiati, e P. Vertova, "Prison Conditions and Recidivism", *American Law and Economics Review*, 13 (1), 103-30, 2011.

Drago, F., R. Galbiati, e P. Vertova, "The Deterrence Effects of Prison Evidence from a Natural Experiment", *Journal of Political Economy*, 117 (2), 257-80, 2009.

Gutiérrez, Mauro, Javier Núñez e Jorge Rivera, "Caracterización Socioeconómica y Espacial de la Criminalidad en Chile", *Revista CEPAL*, 98, 2009.

Hall, Joshua, Kaitlyn Harger, e Dean Stansel, "*Economic Freedom and Recidivism: Evidence from US States*", *International Advances in Economic Research*, vol 21, 2, 155-65, 2015.

Hjalmarsson, R., "*Juvenile Jails: A Path to the Straight and Narrow or to Hardened Criminality?*", *Journal of Law and Economics*, 52 (4), 779-809.

Irish, James, *A Study of Probation Adjustment and Its Relationship to Post-Probation Outcome for Adult Criminal Offender in Nassau County*, New York, 1989.

Kim, Il-Joong, Bruce Benson, David Rasmussen, Thomas Zuehlke, "An Economic Analysis of Recidivism among Drug Offender", *Southern Economic Journal*, 60, 1993.

Kuziemko, I., "*How should Inmates be Released from Prison? An Assessment of Parole versus Fixed-Sentence Regimes*", *Quarterly Journal of Economics*, 128 (1), 371-424.

Landis, J., J. Mercer e C. Wolff, "Success and Failure of Adult Probationers in California", *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 6, 34-40, 1969.

Leung, Siu, "Dynamic Deterrence Theory", *Economica*, 62, 1995.

McGaha, Johnny, Michael Fichter e Peter Hirschburg, "Felony Probation: A Re-examination of Public Risk", *American Journal of Criminal Justice*, 1, 1987.

Olson, D., B. Dooley, e C. Kane, "The Relationship between Gang Membership and Inmate Recidivism", *Research Bulletin*, 2 (12), 1-12, 2004.

Petersilia, Joan, "Granting Felons Probation: Public Risk and Alternatives", *Crime & Delinquency*, 31, 379-392, 1985.

Petersilia, Joan e Susan Turner, *Intensive Supervision for High-Risk Probationers, Findings from Three California Experiments*, Santa Monica, CA: RAND Corporation, 1990.

Pritchard, David, "Stable Predictors of Recidivism", *Criminology*, 17: 15-21, 1979.

Schmidt, Peter e Ann Dryden Witte, "Predicting Criminal Recidivism Using 'Split Population' Survival Time Models", *Journal of Econometrics*, Elsevier, 40, 141-159, 1989.

Sirakaya, S., "Recidivism and Social Interactions", *Journal of the American Statistical Association*, 101, 863-877, 2006.

Vito, Gennaro, "Felony Probation and Recidivism: Replication and Response". *Probation*, 17, 1986.

## Anexo A

### Estadísticas de reincidência

Tabela A.1  
Principais delitos cometidos por menores de idade  
2001 – 2007

	Menor de edad	
	Sí	No
<b>Robos no violentos</b>	17.4%	5.9%
<b>Robos no violentos</b>	14.2%	4.3%
<b>Hurto</b>	13.9%	12.1%
<b>Lesiones</b>	11.8%	15.4%
<b>Otros delitos contra la propiedad</b>	8.8%	7.8%
<b>Ley de tránsito</b>	6.2%	16.1%
<b>delitos contra la libertad e intimidad de las person</b>	4.6%	6.4%
<b>Resto de delitos</b>	23.1%	32.1%



**Tabela A.2**  
**Reincidência por grupo de delitos**

**2001 – 2007**

	<b>Tasa de reincidencia al año 1</b>	<b>Tasa de reincidencia al año 1.5</b>	<b>Tasa de reincidencia al año 2</b>	<b>Tasa de reincidencia general</b>
<b>Robo</b>	23.2%	26.8%	28.6%	32.0%
<b>Robo sin violencia</b>	27.1%	31.1%	33.3%	37.2%
<b>Hurto</b>	18.1%	20.3%	21.6%	23.5%
<b>Otros delitos contra la propiedad</b>	13.5%	15.9%	17.4%	19.8%
<b>Lesiones</b>	7.8%	9.1%	10.0%	11.5%
<b>Homicidios</b>	8.7%	11.0%	12.3%	16.8%
<b>Delitos Sexuales</b>	5.0%	5.9%	6.5%	8.1%
<b>Delitos contra la libertad e intimidad de las personas</b>	10.8%	12.5%	13.3%	14.5%
<b>Faltas</b>	11.8%	13.0%	13.4%	14.0%
<b>Ley de tránsito</b>	6.1%	7.7%	8.8%	10.7%
<b>Delitos relativos al tráfico de drogas</b>	9.6%	11.5%	12.8%	14.9%
<b>Delitos económicos</b>	9.5%	10.8%	11.6%	13.0%
<b>Delitos de funcionarios</b>	7.9%	8.7%	8.9%	9.9%
<b>Delitos de leyes especiales</b>	15.5%	17.6%	18.6%	19.8%
<b>Delitos contra la fe pública</b>	9.6%	10.6%	11.7%	13.7%
<b>Cuasidelitos</b>	3.0%	3.7%	4.2%	5.2%
<b>Otros delitos</b>	12.3%	14.2%	15.5%	17.2%
<b>Promedio</b>	<b>12.3%</b>	<b>14.3%</b>	<b>15.5%</b>	<b>17.4%</b>

## Anexo B

### Características estadísticas da reincidência no Chile

Em geral os estudos de reincidência apresentam limitações importantes como consequência à escassa informação disponível. Em primeiro lugar, existe um desconhecimento do universo real de reincidentes, devido a que não é possível identificar a todos os responsáveis dos delitos denunciados, assim como pela alta taxa de sub denúncia<sup>11</sup>. Em segundo lugar, os estudos de reincidência se realizam sobre uma base inicial de indivíduos que têm sido sindicados como criminais e que, em geral, têm uma sentença de prisão efetiva e, por tanto, são delinquentes involucrados em crimes de alta significância. O análise resultante pode apresentar viés pela gravidade dos delitos cometidos pelos indivíduos analisados, o que pode gerar uma maior tendência à atividade criminal.

Nos estudos prévios tem se definido operativamente à reincidência como o primeiro arresto depois da sentença (Benedict e Huff-Corzine, 1997; Irish, 1989; McGaha et al, 1987)<sup>12</sup>. No presente estudo estabelecesse que um indivíduo é reincidente se apresenta ao menos duas imputações delitivas que tenham requerido a intervenção da Defensoria Pública de Chile.

A imputação como *proxy* da criminalidade tem sido utilizada em trabalhos prévios (Gutierrez, Nuñez e Rivera, 2009). Deve notar-se que a imputação de um delito baseia-se na evidencia que os Carabineros o a Policia de

---

<sup>11</sup> Benavente e Melo (2006) estimou que no Chile aproximadamente o 50% dos delitos são sub-reportados devido aos custos que implicam a denúncia.

<sup>12</sup> Vito (1985) analisou a 317 indivíduos com liberdade condicional no Estado de Kentucky, por um período de 36 meses. A taxa de encarceramento em dito estudo alcançou o 18,7%, enquanto a taxa bruta de reincidência foi de 22%, sendo os delitos menores os principais motivos de reincidência. O estudo observou que os condenados por delitos de propriedade e os condenados por crime violento, tinham mais probabilidades de ser acusados por um novo crime que um condenado a liberdade condicional comum.

Investigaciones de Chile considera suficiente para iniciar uma investigação e que permita à Fiscalía Judicial. Por tanto, a imputação, ainda que não acarrete necessariamente uma sentença condenatória, pode apresentar informação que mostre indícios de culpabilidade ainda quando é incompleta.

O universo de análise de este estudo considerou a todos os imputados a nível nacional desde 2001 até 2007, constituindo 333.732 indivíduos.

A taxa de reincidência global no Chile para o período analisado é de 17,4%, existindo uma ampla dispersão dependendo do tipo de delito inicial. A Tabela 1 mostra que os imputados cujo primeiro delito está associado a delitos contra a propriedade – roubos, roubos não violentos, furtos e outros delitos –, apresentam taxas de reincidência que em promedio superam o 28%, alcançando o 37,2% em roubos não violentos. Os imputados por homicídio apresentam taxas de reincidência relativamente altas 16,8%, destacando-se como o sétimo grupo de maior reincidência entre os 17 classificados pela Defensoria Penal Pública. Os delitos relacionados com drogas e os que afetam a liberdade e intimidade das pessoas, apresentam taxas de reincidência que oscilam entre 14,5% e 14,9%.

**Tabela 1**  
**Reincidência por grupos de delitos no Chile**  
**2001 – 2007**

Grupos de delitos	No reincidentes	Reincidentes	Total	Tasa de reincidencia
Robo	11,990	5,646	17,636	32.0%
Robo sin violencia	14,733	8,734	23,467	37.2%
Hurto	31,293	9,637	40,930	23.5%
Otros delitos contra la propiedad	21,249	5,233	26,482	19.8%
Lesiones	44,317	5,763	50,080	11.5%
Homicidios	2,218	447	2,665	16.8%
Delitos Sexuales	6,646	587	7,233	8.1%
Delitos contra la libertad e intimidad de las personas	17,632	2,993	20,625	14.5%
Faltas	7,096	1,158	8,254	14.0%
Ley de tránsito	45,030	5,420	50,450	10.7%
Delitos relativos al tráfico de drogas	12,013	2,103	14,116	14.9%
Delitos económicos	13,770	2,061	15,831	13.0%
Delitos de funcionarios	354	39	393	9.9%
Delitos de leyes especiales	9,537	2,351	11,888	19.8%
Delitos contra la fe pública	1,459	231	1,690	13.7%
Cuasdelitos	11,333	627	11,960	5.2%
Otros delitos contra la propiedad	24,852	5,180	30,032	17.2%
	<b>275,522</b>	<b>58,210</b>	<b>333,732</b>	<b>17.4%</b>

Nota: Consideram-se unicamente aos imputados que foram acusados pela primeira vez depois de incitado o registro pela Defensoria Penal Pública do Chile no 2001.

**Tabela 2**  
**Distribuição da reincidência por tipos de delitos**  
**2001 - 2007**

Delito Inicial	Robo	Robo sin violencia	Hurto	Otros delitos contra la propiedad	Lesiones	Homicidios	Delitos Sexuales	Delitos contra la libertad e intimidad de las personas	Faltas	Ley de tránsito	Delitos relativos al tráfico de drogas	Delitos económicos	Delitos de funcionarios	Delitos de leyes especiales	Delitos contra la fe pública	Cuasidelitos	Otros delitos	Concentración en los primeros tres grupos de delitos con mayor reincidencia	Reincidencia en el mismo grupo delictivo inicial
<b>Robo</b>	33%	17%	14%	8%	6%	1%	1%	3%	2%	1%	3%	1%	0%	1%	0%	0%	8%	65%	33%
<b>Robo sin violencia</b>	13%	38%	14%	11%	5%	1%	1%	4%	2%	2%	2%	0%	0%	1%	0%	0%	7%	64%	38%
<b>Hurto</b>	8%	11%	47%	6%	5%	0%	0%	3%	5%	2%	2%	1%	0%	1%	0%	0%	7%	66%	47%
<b>Otros delitos contra la propiedad</b>	9%	16%	11%	19%	11%	1%	1%	7%	2%	6%	4%	2%	0%	1%	0%	1%	10%	46%	19%
<b>Lesiones</b>	6%	6%	8%	8%	32%	2%	1%	11%	2%	8%	2%	1%	0%	1%	0%	1%	11%	54%	32%
<b>Homicidios</b>	15%	9%	10%	8%	16%	8%	1%	9%	2%	4%	4%	1%	0%	1%	0%	1%	12%	42%	8%
<b>Delitos Sexuales</b>	6%	6%	7%	9%	13%	0%	28%	10%	2%	8%	2%	1%	0%	1%	1%	0%	8%	51%	28%
<b>Delitos contra la libertad e intimidad</b>	6%	8%	8%	9%	20%	1%	1%	24%	2%	6%	2%	1%	0%	1%	0%	0%	11%	55%	24%
<b>Faltas</b>	8%	8%	26%	5%	8%	1%	1%	5%	21%	4%	3%	2%	0%	2%	0%	0%	6%	55%	21%
<b>Ley de tránsito</b>	1%	2%	4%	5%	10%	0%	1%	4%	1%	58%	2%	2%	0%	1%	1%	2%	5%	73%	58%
<b>Delitos relativos al tráfico de drogas</b>	6%	9%	10%	7%	7%	0%	1%	4%	2%	4%	38%	1%	0%	1%	0%	0%	8%	57%	38%
<b>Delitos económicos</b>	2%	2%	5%	3%	5%	0%	1%	3%	1%	8%	1%	62%	0%	1%	1%	1%	3%	75%	62%
<b>Delitos de funcionarios</b>	3%	0%	28%	10%	3%	0%	3%	3%	0%	23%	0%	5%	3%	5%	5%	0%	10%	62%	3%
<b>Delitos de leyes especiales</b>	2%	1%	4%	2%	2%	0%	0%	1%	1%	3%	2%	1%	0%	75%	0%	0%	3%	83%	75%
<b>Delitos contra la fe pública</b>	6%	4%	15%	8%	3%	0%	0%	5%	2%	9%	4%	13%	1%	3%	13%	0%	10%	42%	13%
<b>Cuasidelitos</b>	2%	3%	7%	5%	14%	1%	2%	4%	2%	22%	3%	4%	0%	2%	0%	20%	7%	56%	20%
<b>Otros delitos</b>	9%	10%	15%	9%	12%	1%	1%	7%	3%	4%	4%	1%	0%	2%	1%	0%	22%	48%	22%

Nota: Unicamente se consideram a os indivíduos que reincidiram.

A partir da Tabela 2 observa-se que os reincidentes têm uma alta disposição a cometer delitos similares ao primer delito que lhes foi imputado, evidenciando certa especialização no exercício criminal. Do total de reincidentes em roubos violentos, não violentos e furtos a percentagem que reincidem no mesmo tipo de delito oscila entre 33 e 47%, mas se agrupem-se estes três tipos de delitos a percentagem incrementam-se a níveis muito próximos ao 65%. O mesmo acontece na categoria “outros delitos contra a propriedade”.

A Tabela 3 mostra que as mulheres ostentam uma menor taxa de reincidência durante o período de estudo, os homens alcançaram um nível de reincidência 18,3%, superando em 5,4% ao nível apresentado pelas mulheres.

**Tabela 3**  
**Reincidência por gênero**  
**2001 – 2007**

	<b>Imputados</b>	<b>Reincidencia</b>	<b>Tasa de Reincidencia</b>
<b>Masculino</b>	282,035	51,529	18.30%
<b>Femenino</b>	51,697	6,681	12.90%
<b>Total</b>	333,732	58,210	17.40%

Assim mesmo, e como era de se esperar, enquanto menor é o lapso de tempo considerado, maior é a percentagem de reincidência. A Tabela 4 mostra que depois do primeiro anho desde a primeira imputação, reincide o 12,3%, enquanto que depois dos dois primeiros anos a percentagem incrementa-se a 15,5%. Este mesmo padrão reproduz-se em cada um dos delitos analisados (veja-se a Tabela A.1 do Anexo).

**Tabela 4**  
**Reincidência no tempo**  
**2001 – 2007**

<b>Tasa de reincidencia al:</b>				
	<b>Año 1</b>	<b>Año 1.5</b>	<b>Año 2</b>	<b>En el periodo analizado</b>
<b>Promedio</b>	12.3%	14.3%	15.5%	17.4%

Os dados mostram que a reincidência é muito maior nos menores de idade. Observa-se que, entre o 2001 e 2007, o 26,6% dos menores de idade reincidiram, nível substancialmente maior ao mostrado pelos maiores de idade, para os que a taxa de reincidência foi de 16,4%. A maior reincidência dos menores de idade está relacionada com roubos não violentos, roubos e furtos (Tabela A.1 no Anexo).

**Tabela 5**  
**Reincidência em menores de idade**  
**2001 – 2007**

<b>Menor de edad</b>	<b>Imputados</b>	<b>Reincidencia</b>	<b>Tasa de Reincidencia</b>
Sí	33,069	8,801	26.6%
No	300,663	49,409	16.4%
<b>Total</b>	<b>333,732</b>	<b>58,210</b>	<b>17.4%</b>

Na Tabela 6 mostra-se que o nível educativo apresenta uma relação inversa com o nível de reincidência. Nas pessoas com educação básica<sup>13</sup> é de 19.8%, enquanto que entre as pessoas com nível de educação superior é de 10,9%.

<sup>13</sup> Exclui-se da descrição aos imputados sem estudos, devido a que representam uma percentagem pequena da base de dados estudada.

**Tabela 6**  
**Reincidência por nível educativo**  
**2001 – 2007**

<b>Nivel de Estudios</b>	<b>Tasa de Reincidencia</b>
Sin Estudios	15.3%
Educación Básica (completos e incompletos)	19.8%
Educación Media (completos e incompletos)	17.4%
Educación Superior (completos e incompletos)	10.9%
<b>Promedio</b>	<b>17.4%</b>

A Tabela 7 mostra que as pessoas com uma profissão universitária apresentam uma taxa de reincidência de 9,5%, enquanto que entre as pessoas com uma ocupação de obreiro não qualificado, a taxa é de 18,4%, praticamente o dobro.

**Tabela 7**  
**Reincidência por formação**  
**2001 – 2007**

<b>Ocupación</b>	<b>Tasa de Reincidencia</b>
Obrero no calificado	18.4%
Obrero calificado	15.0%
Técnico superior	12.9%
Profesional	9,5%
<b>Promedio</b>	<b>17.4%</b>

De acordo a Tabela 8, as pessoas que declararam ter emprego em sua primeira imputação apresentam uma taxa de reincidência menor (12,5%) que os que declararam não ter, alcançando este último grupo um nível de reincidência de 19,2%.



**Tabela 8**  
**Reincidência por situação laboral**  
**2001 – 2007**

<b>Trabaja</b>	<b>Tasa de reincidencia</b>
Sí	19.2%
No	12.5%
<b>Promedio</b>	<b>17.4%</b>

Por outro lado, conforme o número de pessoas que dependem do indivíduo incrementa-se, a percentagem de reincidência diminui. Entre os imputados que não tem pessoas sob sua dependência é de 26,2%, entre aqueles que tem uma pessoa sob a sua dependência pé de 12,3%, e se reduz a 10,6% quando é superior a dois. É interessante observar que a redução na taxa é notória quando se passa de não ter pessoas dependentes a ter uma, o que pode significar que o efeito é gerado pela mudança de estado (de não ter a ter pessoas dependentes) e em menor medida pelo efeito quantidade (número de pessoas dependentes),

**Tabela 9**  
**Reincidência por número de pessoas dependentes**  
**2001 – 2007**

<b>Número de dependientes</b>	<b>Tasa de reincidencia</b>
0	26.2%
1	12.3%
2	12.1%
Más de 2	10.6%
<b>Promedio</b>	<b>17.4%</b>

Finalmente, na Tabela 10 mostra-se que as pessoas solteiras apresentam uma menor taxa de reincidência (20,7%), que as pessoas que se encontram em qualquer outro estado civil.

**Tabela 10**  
**Reincidência por estado civil**  
**2001 – 2007**

<b>Estado Civil</b>	<b>Tasa de reincidencia</b>
Soltero	20.7%
Separado	13.0%
Conviviente	15.0%
Casado	12.3%
Viudo	11.3%
<b>Promedio</b>	<b>17.4%</b>