

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

DIALOGO REGIONAL DE POLITICA

RED DE MEDIO AMBIENTE

**II REUNIÓN: LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS EN EL
MANEJO INTEGRAL DEL AGUA Y LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

RECICLAJE SOSTENIBLE DE BOTELLAS DE PET EN RIO DE JANEIRO

DOCUMENTO DE TRABAJO

Ing. Luiz Edmundo Costa Leite

Ing. José Henrique Penido Monteiro

Consultores

Rio de Janeiro, Brasil

Washington, D.C., 11 y 12 de febrero de 2003

Nota: El presente documento es parte de una serie de trabajos comisionados por el Banco Interamericano de Desarrollo para el Diálogo de Medio Ambiente. Este documento se encuentra en proceso de revisión, por lo que no deberá ser citado como referencia. Las opiniones aquí expresadas, son propias del autor y no reflejan necesariamente las posturas del Banco.

*(Documento original en **Inglés/Español**)*

RECICLAJE SOSTENIBLE DE BOTELLAS DE PET EN RIO DE JANEIRO

CONTENIDO

Información sobre los autores.....	3
RESUMEN.....	6
Presentación y Antecedentes.....	9
El plástico PET – Informaciones Básicas	10
La planta de recuperación en Rio de Janeiro	18
Descripción de la planta y del proceso industrial.....	19
Fabricando productos de pet a partir de escamas y laminas	21
Impactos sociales e ambientales de los procesos.....	21
Capacidad de la planta y opciones para la competencia	22
Parámetros de producción, de costos y de comercialización del PET.....	24
Incentivos para dinamizar el mercado.....	24
Análisis y evaluación económica de la Planta de rio de Janeiro.....	25
Cálculo de la tasa interna de retorno bruta del emprendimiento.....	26
Cálculo de la remuneración del capital invertido en las unidades de producción de escamas y laminado.....	26
Nuevos mecanismos de incentivo económico para reciclaje	27
Estrategias de marketing y comercialización.....	28
Evolución y comparación de precios	29
Lecciones aprendidas del caso de Rio de Janeiro	29

INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

Luiz Edmundo Costa Leite es licenciado en Ingeniería por la Universidad de Rio de Janeiro, Brasil, y Maestro en Ingeniería Ambiental por la Universidad de West Virginia, U.S.A, y fue investigador visitante de la Universidad de Texas, Austin, U.S.A.. Actualmente es asociado de tiempo parcial de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Federal de Rio de Janeiro. Fue profesor de la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro y ha dictado cursos en la Universidad de Buenos Aires, en el Instituto Brasileño de Municipalidades (IBAM). Ha participado como conferencista y moderador en eventos internacionales, invitado por el Banco Mundial, (BM) por la Organización Panamericana de la Salud, (OPAS) por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y por la Organización Mundial de la Salud, (OMS), y en varios congresos profesionales, nacionales e internacionales, sobre el tema de los residuos sólidos urbanos.

En el sector público se ha desempeñado como Presidente de la Compañía Municipal de Limpieza Urbana de Rio de Janeiro, Secretario Municipal de Obras y Servicios Públicos de Rio de Janeiro, Subsecretario de Estado de Saneamiento del Estado de Rio de Janeiro y Presidente de la Compañía de Águas y Saneamiento de Petrópolis, R.J. En la actividad privada ha sido Director de la empresa de consultoría SANIPLAN y Director Presidente de la Compañía de Águas y Saneamiento PROLAGOS, R.J.

Luiz Edmundo Costa Leite ha publicado ensayos y manuales y realizado estudios sobre cuestiones técnicas y institucionales en el tema del saneamiento, especialmente en el campo de los residuos sólidos. Asimismo, ha sido consultor de corto plazo del Banco Mundial (BM), del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)

y de la Agencia de Cooperación Técnica del Japón (JICA) en diversos países de la América Latina, Asia y África y de empresas privadas en Brasil, Argentina, Colombia y Chile.

Dirección postal: Av. São Sebastião 141 apt. 202 – Urca, Rio de Janeiro, R.J., Brasil. CEP: 22291- 070 - Dirección electrónica: costaleite@alternex.com.br

José Henrique Penido Monteiro es licenciado en Ingeniería Mecánica de Producción por la Universidad Católica de Rio de Janeiro, Brasil. Actualmente es asesor jefe de la Directoria Técnica e Industrial de COMLURB, la empresa pública responsable por el manejo de residuos en la ciudad de Rio de Janeiro, Presidente del Instituto para Democratización de Informaciones sobre Saneamiento Básico y Medio Ambiente – Web-Resol y responsable por la página web “Residuos Sólidos”. Es profesor de varios cursos de manejo integrado de residuos en instituciones como la Universidad Federal de Rio de Janeiro, el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUMA), el Instituto Brasileño de Administración Municipal (IBAM), Asociación Brasileña de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de AIDIS y otros. Ha participado como conferencista y moderador en eventos internacionales, invitado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), por la Organización Panamericana de la Salud, (OPAS) por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), y en varios congresos profesionales, nacionales e internacionales, sobre el tema de recuperación energética y manejo de los residuos sólidos urbanos.

En el sector público se ha desempeñado como Presidente de la Compañía Municipal de Limpieza Urbana de Rio de Janeiro, Subsecretario de Medio Ambiente del Estado de Rio de Janeiro y miembro del Consejo de la Compañía de Águas y Saneamiento de Petrópolis, R.J. En la

actividad privada ha sido Director Financiero de Natron Engenharia S.A y Director Superintendente de FBL Electrónica S.A.

José Henrique Penido Monteiro ha sido designado en 1990 miembro del Consejo Consultivo de Medio Ambiente de ELETROBRÁS -CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. y en 1993, miembro del Grupo B – Urban Waste Energy Generated del World Energy Council (Concejo Mundial de Energía) y publicado ensayos y manuales y realizado estudios sobre cuestiones técnicas y institucionales en el tema del saneamiento, especialmente en el campo de recuperación energética del biogás, de producción de compost y de manejo de los residuos sólidos. Asimismo, ha sido consultor de corto plazo del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD), del Banco Interamericano de Desarrollo (BIRD), de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) en diversos países de la América Latina. Ha sido miembro del Consejo Regional de Ingeniería y Arquitectura (CREA) y miembro del Consejo Fiscal de la Asociación Brasileña de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

Dirección postal: Rua Parecís 15 - Cosme Velho – Rio de Janeiro, R.J. Brasil. CEP:22241- 180

Dirección electrónica: jpenido@web-resol.org

RESUMEN

Este trabajo presenta un estudio de caso exitoso implementado en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil, evidenciando la utilización de un instrumento basado en el mercado con el propósito de perfeccionar la calidad de los servicios de aseo urbano de la ciudad.

En este estudio de caso se demuestra la viabilidad técnica y económica del proceso de reciclaje de botellas usadas de PET (Polietileno Tereftalato) obtenidas de la basura en un emprendimiento privado. con la única contribución de haber proporcionado, en calidad de subsidio al emprendimiento, un terreno fiscal perteneciente a la municipalidad, donde se pudo llevar a cabo el proceso industrial de reciclaje.

Al igual que en la mayor parte de las ciudades de América Latina, las botellas de PET descartadas constituye hoy en día una parte importante (y creciente), de los residuos urbanos. Actualmente, una parte significativa de estas botellas, aún cuando la recolección de basuras es de buena calidad, llega a los ríos, mares, canales y sitios baldíos, causando problemas sanitarios a los residentes de la ciudad y al medio ambiente en general, además de una importante contaminación visual.

El estudio de caso muestra que el reciclaje de estas botellas y su transformación en materia prima para fabricación de otros productos es un proceso tecnológicamente simple y seguro, además de económicamente sostenible, desde que algunas circunstancias sean facilitadas por el poder público. Este proceso de reciclaje, cuando utilizado en larga escala, disminuye la presencia de estos materiales en la basura y en el medio ambiente, reduce los problemas por ellos provocados al mismo tiempo que genera empleo y renta para sectores de obreros con baja calificación profesional.

El estudio de caso empieza por una caracterización del producto “botellas de PET” muestreando sus características, el desarrollo de la tecnología en los últimos años y la potencialidad del uso de este producto como envase, con datos sobre el mercado de este producto en Brasil y en el mundo.

En seguida, se describe la planta de reciclaje ubicada en Rio de Janeiro, que es objeto del estudio, detallando cada fase y muestreando las dificultades que se presentan en el proceso de transformación de las botellas usadas en nueva materia prima en forma de escamas o laminas.

La planta de Rio de Janeiro es entonces analizada desde el punto de vista económico y financiero, a través de un estudio de costos y ingresos. Llegase así a los números que representan los resultados positivos del emprendimiento, que son muy favorables en las condiciones presentadas, una vez que la tasa interna de retorno es de 6% (seis por ciento).

En seguida se hace un análisis de las perspectivas del mercado consumidor de reciclados de PET, del marco regulatorio vigente y del tratamiento fiscal y tributario en Rio de Janeiro sobre reciclaje en general y sobre el PET en particular, lo que permite prever las tendencias del mercado y la oportunidad de ampliación de la oferta de escamas o laminas de PET reciclado.

Finalmente se presentan opiniones y sugerencias, incluso de marketing, para incentivar la oferta de botellas usadas en las industrias recicladoras y para ampliar la competitividad del sector de materiales reciclados frente a la oferta de materias primas vírgenes.

Se espera que, la presentación de este estudio de caso y la divulgación de esta iniciativa fomentará la creación de unidades de procesamiento similares en otras ciudades de Latinoamérica, respectadas las características sociales, económicas y culturales de cada

región, contribuyendo al mismo tiempo, a mejorar la calidad de los servicios de aseo urbano, así como a contribuir en la lucha contra la pobreza a través de la creación de nuevos puestos de trabajo.

PRESENTACIÓN Y ANTECEDENTES

El presente documento presenta un estudio de caso sobre una unidad industrial privada de reciclaje de botellas usadas de PET (Polietileno Tereftalato), obtenidas de la basura, en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil.

La planta privada de reciclaje de PET está ubicada en la zona oeste de la ciudad de Rio de Janeiro, en el barrio de Jacarepagua, distrito de Vargem Grande, en un área de 1000 m², dentro del terreno de una planta de reciclaje y compostaje de basura de propiedad de la COMLURB, (Compañía Municipal de Limpieza Urbana de Rio de Janeiro), planta esta construida en 1994 y actualmente paralizada.

Sin embargo, la planta de reciclaje de PET, instalada en 2001, sigue funcionando y agregando nuevas unidades de procesamiento, presentando resultados económicos favorables.

La empresa propietaria de la Planta es la ECO-Rio, una pequeña empresa dedicada a negocios en el área ambiental, con cerca de cinco años de experiencia en el mercado de reciclado.

El propietario de la empresa Eco-Rio es un ingeniero mecánico que ya había desarrollado e implantado, hace unos 5 años, para una empresa asociada a Coca Cola Refrescos, de Rio de Janeiro, la primera planta de reciclaje de PET a partir de botellas usadas en la ciudad. El ha trabajado en el desarrollo de la tecnología, constituyó su propia empresa y, en seguida buscó, junto a la COMLURB, un apoyo para empezar su funcionamiento experimental, de forma a probar la tecnología, la eficiencia y las viabilidades técnica y económica

La respuesta positiva de la COMLURB se hizo de una manera formal a través de un acuerdo de cooperación técnica, una vez que interesa a esta institución estimular todas las iniciativas que de alguna manera vengán a reducir la cantidad de residuos en el flujo de la limpieza urbana de la ciudad.

EL PLASTICO PET – INFORMACIONES BÁSICAS

El PET -Polietileno Tereftalato- es una forma de resina termoplástica, resistente pero liviana, de poliéster transparente. Aunque fue originalmente concebido para producir fibras, el PET comenzó a ser usado en la fabricación de películas para embalajes a mediados de la década de 1960 y a principios de la década de 1970 fue desarrollado comercialmente para el soplado de botellas.

Debido a su gran resistencia mecánica y química, a su excelente desempeño como aislante de gases y olores y a su poco peso, el PET es actualmente el material preferido para envases por los fabricantes de bebidas de todo el mundo. Se lo usa para fabricar envases de gaseosas, jugos, bebidas alcohólicas, agua, aceites comestibles, limpiadores domésticos, y para otros productos, alimenticios o no.

La botella de PET pesa la séptima parte de lo que pesa una botella de vidrio del mismo tamaño, y tiene la ventaja de ser irrompible y puede, además, ser reciclada y procesada varias veces. Hoy en día, una botella de PET de 1,5 litro es fabricada con sólo 35 gramos de materia prima.

En lo que concierne al medio ambiente, una característica del plástico PET que llama la atención es que este tipo de plástico es totalmente reciclable, pudiendo ser reciclado muchas y muchas veces sin que disminuya la calidad del producto.

El envase de PET para gaseosas es el envase de plástico que más se fabrica, se descarta y se recicla, hoy en día. En la actualidad, como un promedio mundial, se recicla aproximadamente el 30 % de todas las botellas de PET para gaseosas.

El plástico PET reciclado es utilizado para fabricación de aislante en refrigeradores, fibras para cuerdas y telas, paragolpes para automóviles, muebles, bañeras y lluvias de baño, toldos, piletas de natación, asas y mangos de utensilios, autopartes, baldosas para pisos, pinturas y pinceles, esponjas abrasivas de cocina, etc. e, incluso, nuevas botellas.

. Actualmente, aun cuando el proceso de reciclado "botella a botella" está creciendo, el mercado de las fibras constituye todavía la mayor utilización para el PET reciclado..

Sin embargo, no es sólo su calidad de reciclable lo que determina que el plástico PET sea ambientalmente “amigable”, una vez que, al ser extremadamente liviano, contribuye a disminuir el peso de los embalajes, a la vez que reduce la emisión de contaminantes mientras son transportados. Aún más, puesto que los envases de PET requieren menos combustible para ser transportados, contribuyen también al ahorro de energía. Todavía del punto de vista energético, el reciclado del PET, utiliza apenas el 30% de la energía necesaria para la fabricación de botellas, en comparación de las fabricadas a partir de la resina virgen.

Finalmente, cuando se recicla el PET, se desvía residuos plásticos de los rellenos sanitarios, forma de destinación final de residuos que provoca inevitables impactos ambientales

Para dar origen a un nuevo producto, los recipientes de PET usados deben primero y antes que nada ser recolectados. En la actualidad, muchas ciudades en todo el mundo han organizado sistemas de recolección para recuperar materiales reciclables.

El segundo paso en el proceso de recuperación de las botellas de PET usadas implica que el material recolectado sea enviado a una planta de selección donde los materiales son separados de acuerdo a su naturaleza.

Las botellas de PET recuperadas son entonces perforadas y prensadas (es decir compactadas en fardos) y enviadas a una planta procesadora. Esta es una fábrica que transforma las botellas usadas en escamas de PET, la materia prima que dará origen a los productos de PET reciclado. Lo primero que debe hacer la procesadora es desenfardar el material compactado. Para garantizar que el producto final resulte tan puro como sea posible, las botellas separadas son nuevamente seleccionadas y luego prelavadas y trituradas en escamas. Las escamas son a su vez lavadas y secadas, y luego almacenadas y vendidas. Es en el momento en que son vendidas cuando el reciclado real entra en acción: las escamas, esto es, la “nueva” materia prima, son manufacturadas para fabricar un nuevo producto.

Una de las posibilidades de fabricación es a través de la transformación de las escamas en láminas de PET, que después son sometidas a un proceso de termoformado. El termoformado es el proceso en el que se ajusta una lámina termoplástica a los contornos de un molde mediante el uso de calor combinado con presión o vacío. Luego la pieza formada es desbarbada para eliminar los rebordes, decorada y/o usada para fabricar un producto de uso final. Cada paso del proceso de moldeado es vital para la calidad de la pieza terminada.

El mercado mundial de embalajes de PET fabricados con material reciclado está en expansión. Son buenos ejemplos, las botellas de PET multicapa para bebidas y las remodeladas a partir de escamas limpias de PET, además de las bandejas para frutas, para huevos y de los soportes para envases de galletitas.

La NAPCOR (*National Association for Pet Container Resources* o Asociación Nacional de Recursos de Envases de PET) de los EE.UU, ha publicado un informe sobre el reciclado de envases de PET en los EE.UU. durante el año 2001. Este informe indica que luego de un 2000

tranquilo, el consumo de envases de PET tuvo un crecimiento apreciable en 2001, llegando a las 379.000 toneladas. Este repunte fue liderado por el incremento de más del 20% en la categoría de envases para jugos, que refleja el cambio de envases de tamaño individual de otros materiales por envases de PET.

El crecimiento continuado en las categorías de agua mineral con gas y bebidas isotónicas, de aproximadamente el 15% también ha incidido significativamente en el incremento total. Mientras que el crecimiento del uso de PET en las gaseosas fue moderado, la tendencia hacia tamaños menores continuó, a medida que la comercialización de tamaños grandes iba reduciéndose a aproximadamente un tercio del peso total.

La NAPCOR asimismo ha determinado que en 2001 la cantidad total de botellas y pots de PET disponibles para reciclado fue de 1,7 millones de toneladas (3.768 millones de libras). Esta cifra refleja la cantidad total de resina de PET para botellas usada por los fabricantes de botellas, obtenida de fuentes internas, externas y de reciclado, menos los desechos de fabricación generados y no reutilizados, botellas y preformas exportadas y botellas de tamaño inferior a 236 cm³. NAPCOR usa esta cifra como denominador para calcular tanto las tasas de reciclado como de utilización.

En total, la recolección de botellas de PET en América del Norte y del Sur alcanzó la suma de 430.000 toneladas en 1998 y es probable que llegue a las 740.000 toneladas en 2003. A pesar de que los volúmenes de recolección de botellas en otros países están creciendo en importancia, los EE.UU. son, y continuarán siendo en un futuro predecible, la fuente individual más grande de botellas pos consumo de la región.

En los EE.UU., la presión regulatoria sobre el reciclado se ha estabilizado o está declinando. La infraestructura de recolección está bien establecida y ha dejado de crecer, de modo que los sistemas de recolección existentes tendrán dificultades para responder a algunos de los segmentos de mercado de botellas de PET que están en crecimiento. En el pasado reciente, un

hecho ha llamado la atención: la caída de la tasa de reciclado, atribuida al aumento de la utilización de contenedores pequeños, que no son atendidos por los sistemas de recolección diferenciada en el cordón de la vereda, a pesar de que los bajos precios de los materiales reciclados también causaron impacto.

Los mayores productores estadounidenses de fibras que usan PET reciclado son Wellman, Image, Marglen, Politex, Fiber Extrusion, Foss y Martin Color. Otros procesadores de otros países de América son Arteplas y Rhodia-Ster en Brasil y Fibras Sintéticas y Kimex en México. En EE.UU., la capacidad total de los productores de fibras que usan PET reciclado (y otros derivados de poliéster) es en este momento de 390.000 toneladas, que representan aproximadamente el 30% de la capacidad estadounidense de fibra discontinua.

El mercado de fibras representa entre el 55% y el 60% del PET reciclado usado en los EE.UU., siendo las principales aplicaciones la fabricación de alfombras, fibras de relleno y fieltro.

Muchos de los otros mercados de uso final para el PET reciclado en los EE.UU., parecieran estar relativamente maduros. Un área de crecimiento potencial es el uso de PET reciclado en botellas para gaseosas. Esta aplicación se muestra en este momento menos promisoría. La legislación acerca de contenido de material reciclado está siendo dejada sin efecto en algunos estados y todavía no existe una tecnología capaz de producir un envase que contenga material reciclado competitivo respecto a uno hecho de resina virgen, por lo menos no para mercados masivos de gaseosas.

En Canadá, también el marco regulatorio y la infraestructura de recolección están relativamente maduros, lo que implica que los volúmenes recolectados crecerán linealmente en función del consumo de PET. En México y los países de América del Sur, probablemente sean los precios de mercado de escamas de PET reciclado (RPET flake), más que los controles

regulatorios, lo que continuará siendo el principal factor determinante de los volúmenes recolectados.

La infraestructura del reciclado ha cambiado mucho en los EE.UU., donde muchas empresas se han retirado de esta actividad y nuevas compañías han ingresado, mientras otras han ampliado su capacidad. Actualmente (2003) hay alrededor de 40 empresas de reciclado de PET en actividad en el mercado estadounidense.

El comercio exterior de botellas y escamas es una característica sorprendente del mercado global de América, en el que se importan y exportan volúmenes considerables tanto dentro de la región como del y al exterior. El mercado más importante para botellas pós-consumo fuera de la región, sigue siendo China. A pesar de los bajos precios actuales de la materia prima virgen para fibras, todavía es posible enviar botellas a China y procesarlas competitivamente. El bajo costo del flete y el efecto favorable de los aranceles e impuestos chinos tienen una gran influencia en la conveniencia económica de este comercio.

En Brasil, el segmento económico que utiliza envases de PET está creciendo cerca del 10% al año, y ha producido aproximadamente 360 mil toneladas de envases en 2001. Actualmente el mercado de productos de PET está en franca expansión y la expectativa es que la utilización de PET para nuevos productos siga creciendo a los niveles de 2002.

El año pasado las industrias de gaseosas representaron 80% del mercado de envases PET; las de agua mineral, 10%; las de aceite, 6%; y 4% tuvieron otras aplicaciones. Actualmente las empresas productoras de envases de PET buscan el mercado de cerveza, que es responsable por la venta de cerca de 8 mil millones de litros de la bebida por año, pero el problema es que es necesario que la dure en estoque por lo menos 180 días como ocurre con los envases de vidrio y aluminio, y esta durabilidad todavía no se puede garantizar en el caso del PET

El mercado más importante para el PET en el momento en Brasil es el pos-consumo de la producción de fibras para la fabricación de sogas (multifilamento), hilos de costura (monofilamento) y cerdas para cepillos y escobas. Otra parte se destina al moldeo de autopartes, láminas para termoformadores y moldeo al vacío (maniquís plásticos), botellas de detergentes, mantas de fieltro, alfombras y relleno de almohadas. Es posible asimismo reprocesar el polímero para retirar las resinas alquídicas usadas en la producción de tintas.

Sin embargo, el consumo y el reciclado de botellas de PET, en Brasil, han aumentado considerablemente. El consumo, que era de 1.800 millones de botellas en 1994, aumentó a 5.700 millones en el 2000 y el reciclado que en 1994 era de 290.000 mil botellas llegó a 1,5 millones en el 2000.

El 26% de la resina PET producida en Brasil en el 2000, fue reciclada, totalizando 67.000 toneladas. Las botellas recicladas provienen de la recolección hecha por recolectores individuales, de fábricas y de la recolección selectiva de residuos realizada por los municipios.

Los programas oficiales de recolección selectiva, que están en operación en más de 135 ciudades Brasileñas, recuperan aproximadamente 1.000 toneladas por año. Además de las botellas descartables, existen en el mercado brasileño 70 millones de botellas de gaseosas retornables, producidas con este material.

En la ciudad de San Pablo, los plásticos corresponden, en promedio, al 23% del peso de los residuos sólidos urbanos. En la recolección selectiva, el PET representa, en promedio, el 17% de los productos reciclables separados.

El PET reciclado es un producto que no tiene un mercado bien definido, además de ser un material cuya producción se empezó en los últimos cinco años. Se debe tener en cuenta que el PET es un material plástico que se inventó hace pocos años, y especialmente en el caso del PET fue utilizado en botellas y envases en general

Esta situación hace con que sea difícil una caracterización precisa del mercado de PET, como además hay siempre dificultades para la caracterización de otros tipos de materiales tipo “chatarra”, como los vidrios, cartones y metales obtenidos de los residuos.

Sin embargo, se puede afirmar que el mercado de reciclados de botellas de PET en Brasil es reciente y viene desarrollándose en los últimos 5 años, llegando hoy a un nivel todavía tímido en vista de sus potencialidades.

Solamente a mediados de la década del 90 empezó en Brasil el desarrollo de algunas pocas industrias de transformación en los estados de Rio Grande do Sul, São Paulo y Paraná de botellas de PET en fibras para confección de cuerdas y tejidos.

Hoy en día el mercado de reciclados de PET se puede dividir en dos tipos: el que se destina a la producción de fibras (70% del total) y el que se destina a la producción de laminados (30%)

El mercado consumidor de laminados está creciendo, y hoy ya operan en Brasil cinco productoras de PET laminado a partir de botellas recicladas, en los estados de São Paulo, Rio Grande do Sul y Paraná

Los productos desarrollados a partir de los laminados son envases en general, especialmente botellas. Las industrias que utilizan el laminado son industrias de gaseosas y de productos de aseo e higiene, generalmente multinacionales, pero el mercado para otras aplicaciones está creciendo, como por ejemplo, el mercado para embalajes de alimentos, como por ejemplo, bandejas para huevos de gallina.

Hay hoy en día, una clara tendencia de cambio de embalajes de PVC o de isopor por embalajes de PET, debido a sus características de bajo peso y transparencia, que ayudan a bajar costos de transporte y a presentar mejor los productos al consumidor final.

Además del mercado nacional, hay el mercado internacional, que ya demanda escamas de PET a un precio de alrededor de US\$ 500,00 /ton.

Precios de materia prima y costos agregados de PET reciclado en EEUU

Descripción (valores de 1998)	US\$/libra				US\$/kg				R\$/kg			
	PET granulado	PET peletizado	PET granulado	PET peletizado	PET granulado	PET peletizado	PET granulado	PET peletizado	PET granulado	PET peletizado	PET granulado	PET peletizado
Materia Prima (Raw Material)	0,020	0,060	0,020	0,060	0,044	0,132	0,044	0,132	0,07	0,22	0,07	0,22
Flete interno (Inbound Freight)	-	0,020	-	0,020	-	0,044	-	0,044	-	0,07	-	0,07
Costos de procesamiento (Processing Costs)	0,130	0,130	0,230	0,230	0,287	0,287	0,507	0,507	0,48	0,48	0,85	0,85
Costos Fijos (Fixed Costs)	0,070	0,070	0,105	0,105	0,154	0,154	0,231	0,231	0,26	0,26	0,39	0,39
Total >	0,220	0,280	0,355	0,415	0,485	0,617	0,783	0,915	0,81	1,04	1,31	1,54
Precios de venta (Current sales prices for recovered ...)	0,310	0,350	0,420	0,460	0,683	0,772	0,926	1,014	1,15	1,30	1,56	1,70
Costos de producción menos precio de venta	0,09	0,07	0,07	0,05	0,20	0,15	0,14	0,10	0,33	0,26	0,24	0,17
Lucro (Savings)	29%	20%	15%	10%	29%	20%	15%	10%	29%	20%	15%	10%

1 pound = 0,45359231 kg

Cambio adoptado 1US\$ = R\$ 1,68

Cambio en 1/12/1998 > 1,2087

Cambio en 1/1/1998 (mini-devalorización del Real) > 1,9832

media = 1,60

LA PLANTA DE RECUPERACIÓN EN RIO DE JANEIRO

La planta de reciclaje de PET, objeto de este estudio de caso, está ubicada en la zona oeste de la ciudad, en el barrio de Jacarepagua, distrito de Vargem Grande, en un área de 1000 m², dentro del terreno de la Planta de Reciclaje y Compostaje de COMLURB, (Compañía Municipal de Limpieza Urbana de Rio de Janeiro) construida en 1994 y paralizada hacía tres años, por problemas de operación.

La planta de reciclado de residuos sólidos urbanos, por su vez, pertenece a COMLURB y en la actualidad se la usa sólo como estación de transferencia de los residuos sólidos urbanos recolectados en los barrios de Jacarepaguá y Barra da Tijuca.

La planta procesadora de PET ocupa un área de 204 m², de la planta de reciclado, cercada y parcialmente cubierta. El material de entrada está compuesto por las botellas de PET recolectadas en una planta de reciclado a 40km de distancia y transportadas a la planta procesadora en un camión especialmente adaptado, anteriormente usado en el transporte de vehículos nuevos de una planta automotriz hasta el puerto de Río de Janeiro.

A pesar de que se pueden hacer muchos productos con el PET recuperado de los residuos sólidos urbanos, esta planta en particular produce escamas de PET que es la materia prima con la que se fabrica la película de PET, que se usa para fabricar embalajes de PET.

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA Y DEL PROCESO INDUSTRIAL

La planta de reciclado de Pet en Jacarepaguá es una fábrica que convierte botellas usadas en escamas de PET, que se transformarán en láminas y finalmente embalajes de PET.

La operación de reciclado de PET se hace en tres etapas básicas: transformación de las botellas de PET en escamas de PET, producción de película de PET a partir de escamas de PET y fabricación de los productos finales usando la película de PET.

La materia prima de la planta (botellas usadas) es almacenada en un área descubierta cercada, suelto o en fardos, mientras aguarda el proceso que lo transformará en escamas de PET.

Las botellas de PET son adquiridas a la Planta de Reciclaje de Residuos de Caju, que también pertenece a COMLURB y es operada por una cooperativa de clasificadores.

Los trabajadores cooperativados de la planta de reciclaje de Caju, que tienen experiencia en distinguir entre los diferentes tipos de botellas de plástico, separan las botellas de PET manualmente. Clasificar correctamente por tipo las botellas usadas es una operación muy importante, pues una sola botella de PVC, por ejemplo, que invada la fusión de 10.000 botellas de PET, puede echar a perder todo el lote. Es totalmente comprensible por qué los compradores de material plástico reciclado quieren asegurarse de que los plásticos sean bien clasificados de manera a garantizar la calidad de su producto final.

El proceso industrial desarrollado en la planta de Jacarepaguá puede ser dividido en tres pasos básicos: selección, molido y lavado. La secuencia del proceso en la planta de Jacarepaguá es el siguiente:

El primer paso es deshacer los fardos. Para asegurar que el producto final sea tan puro como sea posible, las botellas desfardadas son seleccionadas.

Las botellas de PET son separadas manualmente por color en una correa transportadora con el objetivo de separar las botellas de color verde y las de color azul de las transparentes, ya que esta planta sólo procesa botellas transparentes. Las botellas de color se enfardan (en un fardo compacto) para ser vendidas y se almacenan en otra área.

Durante la operación de clasificación, se retiran las tapas y etiquetas de las botellas, ya que son echas de polipropileno y polietileno, respectivamente. Ya está desarrollado un equipo de extracción de estos contaminantes, pues la separación manual es un trabajo duro y desagradable, caro y que consume mucho tiempo.

Las botellas transparentes son conducidas por la correa transportadora para alimentar una molino triturador que las corta en pedazos de 30 mm aproximadamente.

Los trozos de PET son lavados por un flujo ascendente de agua con detergente (0,5%) y después introducidos en otro tipo de trituradora. El consumo de agua en este proceso es de aproximadamente 6.000l/h.

La segunda trituradora reduce los pedazos de PET a una medida de aproximadamente 9,5 mm, que son las escamas de PET. El material es entonces enviado a una serie de tanques de decantación.

Los tanques de decantación están dispuestos en una fila de cuatro tanques en los que los residuos de polietileno y polipropileno (restos de tapas y etiquetas) flotan (densidad de 0,9) mientras que las escamas de PET se van al fondo (densidad de 1,35).

Los pedazos de PET son transferidos por un sinfín transportador de un tanque a otro en un proceso que no consume agua, y de los tanques, los pedazos de PET pasan al secado en cuatro turboventiladores en secuencia y las escamas son almacenadas en contenedores flexibles (*big bags*).

FABRICANDO PRODUCTOS DE PET A PARTIR DE ESCAMAS Y LAMINAS

La lámina de PET se produce a partir de escamas de PET en una máquina laminadora. En este proceso las escamas de PET son alimentadas a un calentador donde se cristalizan y posteriormente se funden. Una vez fundido, el material pasa por varios rodillos que producen la película, con la cual se hacen los productos finales.

El producto final se moldea por termoformado usando la película plástica.

IMPACTOS SOCIALES E AMBIENTALES DE LOS PROCESOS

Uno de los aspectos subsidiarios más importantes de la planta de reciclaje de PET es la generación de empleo y ingresos para trabajadores de baja calificación laboral, lo que se verifica en dos sectores: en la planta de fabricación de escamas mismo, en la cual los trabajadores son entrenados por los propios gerentes, y en la segregación de las botellas de PET de la basura o de la segregación domiciliaria, hecha por los clasificadores en las plantas de reciclaje o en las cooperativas de clasificadores. En la planta de reciclaje de PET con producción de flake y laminación se estima una inversión total de R\$ 1.050.000,00, lo que corresponde la generación de 10 nuevos empleos, lo que significa una relación de R\$ 100.500,00 por empleo generado; además de esto, considerando una utilización, por esta planta, de 4,5 t/día de botellas usadas, o sea, cerca de 95.000 unidades, y que un clasificador puede recuperar alrededor de 520 botellas/día (lo que resulta en un ingreso mensual de R\$ 390,00), tendremos como consecuencia de la operación de esta nueva unidad industrial, una generación de otros 7 nuevos empleos de

clasificadores. Así, se llega a una relación positiva de R\$ 61.760,00 de inversión por empleo generado.

Por el efecto del aumento de la demanda de botellas de PET para la transformación en escamas, ya se verificó, a partir del año de 2002, un importante crecimiento en el Estado de Rio de Janeiro del precio de este producto, lo que, automáticamente, se traduce en un mayor número de personas interesadas en recolectarlo. Hoy en día las botellas usadas de PET ya se transformaron en el segundo más importante producto recuperado por los clasificadores en la ciudad de Rio de Janeiro, siendo sobrepasado solamente por los envases de aluminio utilizados para cervezas y gaseosas. Se estima que unas 3.000 personas en la ciudad de Rio de Janeiro están involucradas de alguna manera en la clasificación y reciclaje de PET.

También es importante el aspecto positivo que el calentamiento del mercado de PET ha traído para el medio ambiente. De hecho, las botellas vacías, arrojadas por la población en las calles y en los ríos y cursos de agua, no solo contaminaban el medio ambiente, como provocaban el bloqueo de los canales y sistemas de drenaje urbana, lo que causaba graves problemas de inundación en las ciudades. Hoy en día ya es raro encontrar en las calles o ríos de la ciudad de Rio de Janeiro botellas usadas de PET, e eso se puede acreditar a las plantas de industrialización de reciclados de PET implantadas en la región, como esta objeto de este estudio de caso.

CAPACIDAD DE LA PLANTA Y OPCIONES PARA LA COMPETENCIA

La capacidad instalada de la planta es de 4,84 ton/día de escamas de PET, en tres turnos de trabajo. Otros parámetros de producción, costos y comercialización pueden ser observados en la tabla abajo.

Descripción	Unidad	Valor1	Valor2	Quant	Obs:
Rendimiento de producción: Flake/PET	kg	0,650			
Precio de mercado del Flake	/kg	R\$ 1,15			
Costo de Transformación PET > Flake		R\$ 0,25			Incluye isumos: 100KVA; detergente a 0,5%, 30l/h; agua a 6000 L/h
PET: banda del precio de compra	/kg de PET	R\$ 0,26	R\$ 0,55		valores promedios v máximo
Operador líder	semanada	R\$ 95,00		1	
Chófer	semanada	R\$ 95,00		1	
Ayudante	semanada	R\$ 80,00			
Mecánico Electricista	semanada	R\$ 95,00		1	
Mano-de-Obra directa	semanada	R\$ 80,00		8	
Inversión: Flake		R\$ 450.000,00			Instalaciones mecánicas + Trailer
Costos estimados	R\$/kg	R\$ 0,12			sin encargos
Capacidad de Producción	kg/min	4,00			
Tasa de aprovechamiento de los reciclables de PET		84%			
Capacidad productiva	kg/h	201,60			
Número de turnos de trabajo		3			
Horas por turno		8			
Producción diaria	t	4,84			40 horas semanales
Días productivos	días	20			
Estimativa de la Producción Mensual	t	96,77			
Consumo de PET	t	148,87			
Cantidad de clasificadores involucrados		56			
Relación de empleo: Prod de Flake/Clasificación PET	OD/Clasificad	1/5			
Potencial del ingreso transferido a la clasificación		R\$ 38.707,20			
Flake: Estimativa del Ingreso Mensual (antes de los impuestos)		R\$ 111.283,20			
Flake: Costo Mensual de transformación		R\$ 35.804,16			
Flake: Sueldos + Encargos Sociales (mes)		R\$ 19.656,21			
Flake: Impuestos (% del ingreso)	22%	R\$ 24.482,30			PIS, CONFINS, IPI, ICMS, IRPJ, Cont. Soc. Etc
Flake: Remuneración del Capital		R\$ 11.051,77			
Sub-total >		R\$ 90.994,45	R\$ 0,94		Custeo do flake/kg
Lucro		R\$ 20.288,75			
Retorno del capital em		22 meses			

Considerando que solamente la basura recolectada en la ciudad de Rio de Janeiro contiene una cantidad de botellas de PET estimada en 100 ton/día¹ y que la planta de Jacarepaguá procesa solamente cerca de 5 ton/día, esto es, solamente 5 % del total potencial de reciclables, se puede afirmar que hay un gran mercado para otras plantas similares.

Además, como se observa en el estudio económico, hay un subsidio indirecto a la actividad en la planta de Jacarepaguá por parte de la COMLURB, que ofrece un área libre en sus instalaciones para una planta privada, y este subsidio se debería promover, en igualdad de condiciones para otros recicladores.

¹ Esta cantidad resulta de la estimativa basada en la participación promedia del PET en la basura de Rio de Janeiro (1,98%), según los últimos análisis gravimétricos, multiplicado por la cantidad recolectada por día, que es de aproximadamente 5.000 toneladas.

Parámetros de producción, de costos y de comercialización del PET

Descripción	Unidad	Valor1	Valor2	Cant	Obs:
Rendimiento de producción: Flake/Laminación	kg	97%			
Precio de mercado del laminado	/kg	R\$ 3,50			
Costo de Transformación Flake > Laminado	kg	R\$ 1,20			Energía: 125KVA
Costo de la producción de flake	/kg de PET	R\$ 0,94			Ver planilha Flake
Mano-de-Obra directa	semanada	R\$ 80,00		9	
Inversión: Laminado		R\$ 600.000,00			6 prensas vacuumform
Capacidad de Producción Mensual	t	93,86			
Número de turnos de trabajo		3			
Laminado: Estimativa del Ingreso Mensual (antes de los impuestos)		R\$ 328.527,36			
Costos del proceso de laminación		R\$ 112.637,95			
Costo de la materia prima (flake)		R\$ 90.994,45			
Laminado: Salários + Encargos Sociais (mês)		R\$ 18.580,92			
Laminado: Impuestos (% del ingreso)	22%	R\$ 72.276,02			PIS, CONFINS, IPI, ICMS, IRPJ, Cont. Soc. Etc
Laminado: Remuneración del Capital		R\$ 14.735,70			
Sub-total >		R\$ 309.225,04			
Lucro		R\$ 19.302,32			
Retorno del capital em		31 meses			

INCENTIVOS PARA DINAMIZAR EL MERCADO

El mercado de reciclaje de PET depende, básicamente, de la ampliación de la oferta de botellas usadas destinadas al reciclaje, la que es aún pequeña en vista de la creciente participación de este material en los residuos urbanos. Con una mayor oferta de botellas de PET seguramente incrementaremos la competencia y otras industrias similares a la planta de Jacarepaguá se irán instalando.

La recolección de materiales reciclables, hoy en día se hace en las plantas de reciclado de Cajú, en cooperativas de clasificadores y en botaderos municipales, además de unas pocas iniciativas comunales en cooperativas de trabajo, escuelas y edificios residenciales.

Sin embargo, se identifican, en la región de Rio de Janeiro, dos mecanismos principales para ampliar la recolección de botellas de PET: uno es la implementación de la legislación que obliga a la población a separar los materiales reciclables de sus propios residuos, que van a ser recolectados por un servicio de recolección selectiva operada por la COMLURB, y otro es la organización de recolectores en cooperativas de trabajadores.

Actualmente hay una legislación promulgada en 19 de abril de 2002, (decreto n. 21305) con base en la ley n. 3273 del 6 de mayo de 2001 que es el marco regulador de las actividades de reciclaje de residuos en la ciudad de Rio de Janeiro.

Esta ley empezó a ser implementada y sus resultados son aún muy tímidos, pero se espera que en pocos meses más una gran cantidad de reciclables, incluso el PET, estarán disponibles para el mercado de reprocesamiento.

Otros mecanismos posibles para dinamizar el mercado podrían ser una legislación que exija que las industrias que producen botellas de PET estén obligadas a participar de proyectos de reciclaje con ayuda operacional y financiera.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PLANTA DE RIO DE JANEIRO

Se puede observar en el estudio económico que se encuentra en el Anexo 1 que la tasa de interna de retorno y modificada fueran calculadas basadas en el flujo de caja acumulado, considerado mes a mes, los saldos acumulados (producción de flakes, laminados y embalajes a partir del laminado) y el resultado del estudio económico muestra que la tasa de retorno interno de 6 % es atractiva, lo que se puede observar en el cuadro presentado adelante.

Los gastos como descriptos en las tablas que se presentan abajo abarcan la producción de escamas y la de laminados.

Cálculo de la tasa interna de retorno bruta del emprendimiento

	Descripción	Mes1
Gastos	Capital	1.050.000,00
	Gastos operacionales	
	Personal + Encargos	
	Impuestos	
	Remuneración del Capital	
	Total de los Gastos	1.050.000,00
	Gastos Acumulados	1.050.000,00
Ingresos	Operacionales	-
	Total de los Ingresos	-
	Ingresos Acumulados	-
	Saldo Acumulado	1.050.000,00
TASAS	Tasa de financiamiento (mensual)	3%
	Tasa de aplicación (mensual)	1,67%
	Tasa interna modificada	5%
	Tasa interna bruta	6%

Cálculo de la remuneración del capital invertido en las unidades de producción de escamas y laminado

Especificación	Flake (escamas)	Laminación
Valor del Capital	R\$ 450.000,00	R\$ 600.000,00
Tasa del Valor Residual	20%	20%
Ganancias anuales	22%	22%
Ganancias Mensuales	1,6709%	1,6709%
Vida Util (meses)	60	60
Valor Residual Actual	R\$ 33.299,93	R\$ 44.399,91
Remuneración Capital/mes	(R\$ 11.051,77)	(R\$ 14.735,70)

Se debe hacer hincapié que, sin el terreno y el galpón cedido por COMLURB (inversión correspondiente a R\$ 800.000,00), no habría retorno del capital invertido. Pero se puede afirmar que, una vez que la tecnología e instalación electro-mecánica sea mejor desarrollada y probada por un periodo de tiempo razonable, plantas similares podrán ser implementadas por pequeños y medianos empresarios, sin necesidad de aporte de subsidios del poder público.

Además de esto, la disseminación de plantas similares en los países en desarrollo va a estimular la recuperación del PET reciclable, lo que, en contrapartida, va a producir un aumento

de precio de este producto, lo que va influenciar positivamente en los ingresos de los clasificadores, trayéndoles mejores condiciones económicas y de calidad de vida.

NUEVOS MECANISMOS DE INCENTIVO ECONÓMICO PARA RECICLAJE

Algunas consultas personales a responsables por negocios de reciclaje sobre nuevos mecanismos de incentivo para esta actividad económica en Brasil ha indicado que algunas acciones de orden fiscal y/o tributaria deberán tomarse para incentivar la recuperación de botellas de plástico de PET.

Hasta poco tiempo, (y por presión de las industrias que suministran PET virgen) el impuesto sobre la escama (flake) reciclada era mayor que sobre el PET virgen.

Sin embargo, antes de presentar estas opiniones se debe hacer algunas consideraciones sobre el mercado.

En Europa y en los Estados Unidos de América, los instrumentos económicos que más benefician las prácticas de reciclaje son el precio por la disposición de residuos en rellenos sanitarios y el precio por la generación de residuos que, en este caso, se presenta como una cobranza por la recolección de residuos, variable de acuerdo con la cantidad producida.

Otros mecanismos de incentivo respecto a subsidios para actividades de reciclaje son la reducción de impuestos sobre los productos reciclados y la implementación de sistemas de depósitos en dinero para garantizar el retorno de los envases.

En América Latina no se practica, en general, las cobranzas por la disposición o por la recolección de basura y por lo tanto, los incentivos posibles por este tipo de mecanismo no se aplican. Además, los precios de disposición de residuos sólidos en rellenos, generalmente no sanitarios, es muy bajo, en comparación con los precios en América del Norte y en Europa.

En Brasil, y por extensión, en la mayoría de los países latinoamericanos, los incentivos económicos son básicamente exenciones de tributos y aportes de recursos, financieros o no, por parte de las industrias productoras de botellas de PET, que estén obligadas a sistemas depósito-retorno.

En relación con la cuestión tributaria, hasta poco tiempo, el impuesto sobre productos industrializados en Brasil no brindaba ningún privilegio a los productos reciclados, pero al revés, estos tenían una alícuota aún mayor que los productos fabricados con materia prima virgen. Actualmente, gracias a una nueva legislación, los productos fabricados con materiales reciclados solamente pagan el “Impuesto sobre Circulación de Mercaderías”.

Otro mecanismo de incentivo que la encuesta de opiniones indicó fue la posibilidad de cambiar la legislación que restringe el uso de envases plásticos reciclados para alimentos, una vez que, hoy en día, la utilización del PET, para esta finalidad, no es permitida.

Sin embargo, sería también importante cambiar la legislación de modo que se pueda hacer el reciclaje “botella a botella”, esto es, que se pueda utilizar el PET reciclado para la fabricación de nuevas botellas de PET, destinadas a envases de gaseosas ya que esto actualmente está prohibido en Brasil.

ESTRATEGIAS DE MARKETING Y COMERCIALIZACIÓN

La estrategia de marketing que se busca desarrollar para dinamizar el mercado de reciclados de PET es la de asociar los productos que se fabrican con PET reciclado con las campañas de preservación ambiental

Es necesario, en este caso, que se desarrollen campañas públicas para asociar el reciclado de PET con la preservación ambiental, de tal manera que todas las iniciativas del ciclo de reciclaje, desde la recolección de las botellas hasta la comercialización de los productos acabados tengan una percepción positiva por parte de toda la población.

Es el caso de una cooperativa de reciclaje de PET en las afueras de Rio de Janeiro, donde las botellas de PET son transformadas en tejidos con las cuales se confeccionan “t’ shirts” que tienen una marca asociada a las campañas de preservación ambiental. Este programa funciona muy bien y ha garantizado su sostenibilidad en el tiempo.

EVOLUCIÓN Y COMPARACIÓN DE PRECIOS

Se presenta adelante una muestra de la evolución de los precios de botellas de PET de los últimos años de este reciente mercado. Hubo una cierta dificultad en relacionar el precio a dólares norteamericanos, pues, en los últimos tres años en Brasil, se presentó una fuerte devaluación del real con relación al dólar, que resultó de R\$ 2,00 en el año 2.000 a R\$ 3,50 en 2003.

Así es que, en términos de la moneda local, esto es, Real (R\$), el precio ha variado de 0,20 a 0,25 R\$/kg en el 2.000 hasta 0,35 a 0,40 R\$/kg en el 2003 para el precio de botellas de PET, de variados colores, no prensada.

De la misma forma, el precio de botellas tipo cristal, enfardada, han variado de 0,35 a 0,40 R\$/kg en el 2.000 para 0,45 a 0,60 R\$/ton en 2003.

Un comportamiento que ya se puede observar en el mercado es que a medida que los precios suben, hay un incremento en la oferta, lo que hace, a su vez, con que los precios bajen.

LECCIONES APRENDIDAS DEL CASO DE RIO DE JANEIRO

Un sistema de reciclaje auto sostenible depende de algunos factores básicos: el suministro regular y suficiente de materia prima y una infraestructura industrial que absorba las cantidades

suministradas para transformarla en productos acabados para el re-ingreso en el mercado. La recolección selectiva es una demanda de la sociedad y sirve además como una herramienta de educación ambiental, pero es cara para el poder público de los países en desarrollo, y los costos decurrentes no son recuperados con la venta de los productos recuperados. El único sistema auto sostenible, en el sentido de que no exige subsidio del poder público, es aquel formado por los clasificadores organizados en cooperativas, que recogen de las calles los reciclables separados en la fuente por los ciudadanos, puestos en los aceros a su disposición en horarios pre-definidos. Para que esto ocurra, es necesario, ahí sí, de una fuerte participación del poder público en programas permanentes de sensibilización de la sociedad de manera que todos los ciudadanos participen de este esfuerzo. Pero para eso hay una contrapartida interesante, pues lo que es recogido por los clasificadores en las calles, deja de ser recolectado por el servicio de limpieza de la ciudad, que así ahorra costos no solo en la recolección como también en el transporte al relleno y en la disposición final.

A partir de la segregación, hay que haber un mercado comprador, que tanto puede ser un pequeño negocio, que tiene como función clasificar mas apuradamente los diversos tipos de reciclables, prensarlos y acondicionarlos convenientemente para venta a las industrias procesadoras o una cooperativa organizada, que haga este mismo labor, con el ventaja de que las ganancias van a ser compartidas entre todos los clasificadores.

Se ve, entonces, que desde un punto de vista más general, la lección aprendida en la experiencia de Rio de Janeiro es que la viabilidad del reciclaje de componentes de los residuos urbanos es muy dependiente, cuando se inicia un sistema organizado, del apoyo y del ayuda directa de los órganos públicos, apoyo éste que no sea necesariamente en forma de subsidios financieros directos pero sí de medidas que puedan disminuir costos de transporte y procesamiento, además de una programa de sensibilización de la población que la lleve a

participar del proceso de separación de reciclables en las fuentes de generación, incrementando la oferta de botellas usadas.

Otra lección aprendida es que, el único sistema auto sostenible es el formado por los clasificadores. Hay entonces que auxiliar su organización en cooperativas y en la administración de ellas, ayudando también con lugares para su instalación, con prensas, espacio para acopio, etc. Esto no llega a ser caracterizado como subsidio, es más un cambio, pues el poder público ahorra con la recolección, transporte y destinación final proporcionalmente al que es segregado en las calles por los clasificadores. Con ese procedimiento evitase lo que es conocido como segregación salvaje, o sea, la que es hecha por los clasificadores que rompen las bolsas plásticas con basura domiciliarias para recoger algunos reciclables, quedándose en las calles todo el resto, como basura orgánica y otros desechos, lo que trae un trabajo extra al servicio de limpieza de la ciudad.

Se aprendió asimismo, en este tema de los clasificadores, una lección importante: la organización de los clasificadores, sea en cooperativas autónomas, que exige un apoyo muy fuerte del poder público, sea por medio de incorporación en una cooperativa de trabajo existente y organizada de forma similar a una empresa privada, es fundamental para que el sistema se torne auto sostenible. También se puede considerar un apoyo del poder público en suministrar una instalación de clasificación, sea mecánica, sea manual, pero con todas las facilidades para recibir los materiales segregados en la fuente y clasificarlos y acondicionarlos para comercialización.

Finalmente, se aprende que no habrá mercado ni precios razonables para los reciclables si no hay industrias que puedan absorberlos, generando demanda, y por lo tanto, mejores precios para los clasificadores. Así, es fundamental que el poder público estimule el desarrollo de tecnologías sencillas que exijan bajas inversiones y reducidos costos operacionales para que se

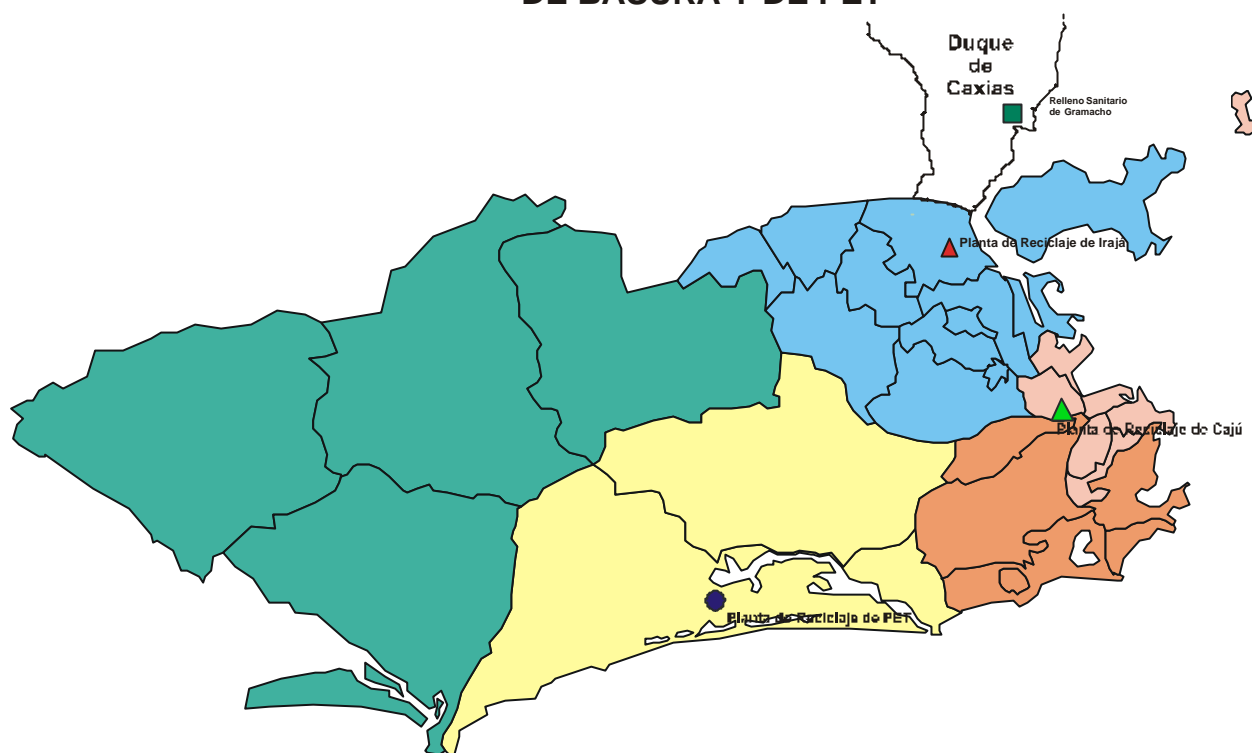
agregue valor al reciclable, que por su vez, no puede ser muy alto a punto de no mas competir con la materia prima virgen.

Desde el punto de vista del mercado, la lección más importante es que se necesita agregar valor a la materia prima que resulta del reciclaje de componentes de residuos, de forma de justificar la actividad industrial y los costos de transporte involucrados, que no son bajos, y que pueden tornar inviable la actividad empresarial.

Desde un punto de vista más específico de la planta de recuperación de PET reciclable que se implantó en la ciudad de Rio de Janeiro, ella está funcionando desde hace 2 años, pero aún está en la etapa de prueba de nuevos procesos industriales hasta llegar a la producción de láminas y formas para embalaje de alimentos. Su funcionamiento hasta ahora comprobó que se pueden implementar iniciativas sostenibles desde el punto de vista económico en el sector de reciclaje cuando el poder público participa estimulando la actividad emprendedora. En el caso de este estudio, la cooperación se dio en forma de una cesión de terreno donde se implantó la planta. También ha sido posible la utilización de cierta infraestructura existente en la planta de reciclaje desactivada de la empresa de limpieza urbana de la ciudad de Rio de Janeiro, la COMLURB, en cuyo terreno se instaló la planta de PET.

Anexo 1

MUNICIPIO DE RIO DE JANEIRO UBICACIÓN DE LAS PLANTAS DE RECICLAJE DE BASURA Y DE PET



Anexo 2



Foto aérea de la planta de reciclaje de basuras en Jacarepagua

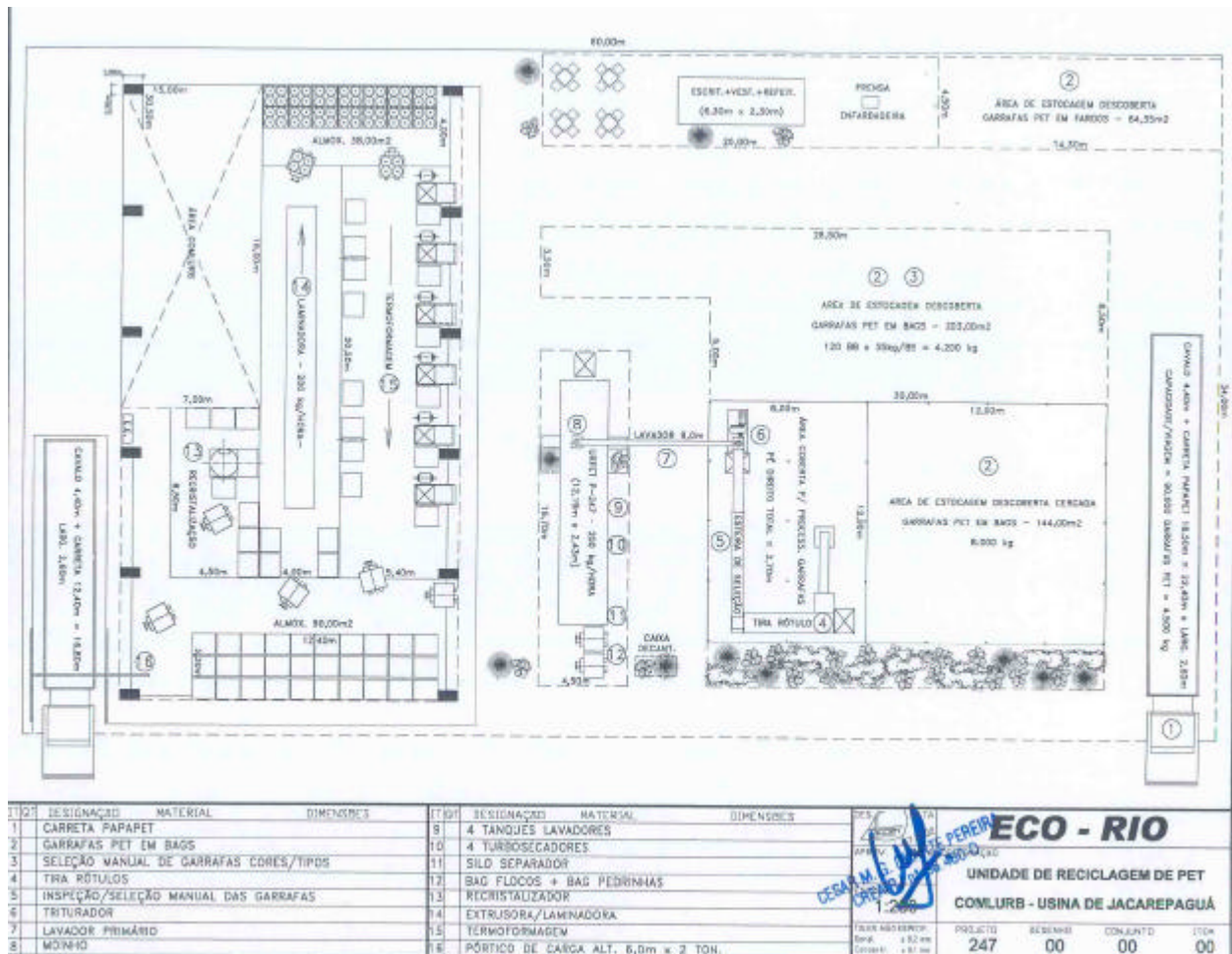
Anexo 3



Vehículo especial de transporte de botellas en big-bags desde la Planta de Caju

Anexo 4

Dibujo de la Planta de Reciclaje de PET



Anexo 5



Almacenamiento de PET en “Big Bags”



Planta de Reciclaje de Caju – bandas de segregación

Anexo 7



Planta de Reciclaje de PET – Lavadora de Botellas



Planta de Reciclaje de PET – Bandas transportadoras al molino triturador

Anexo 8

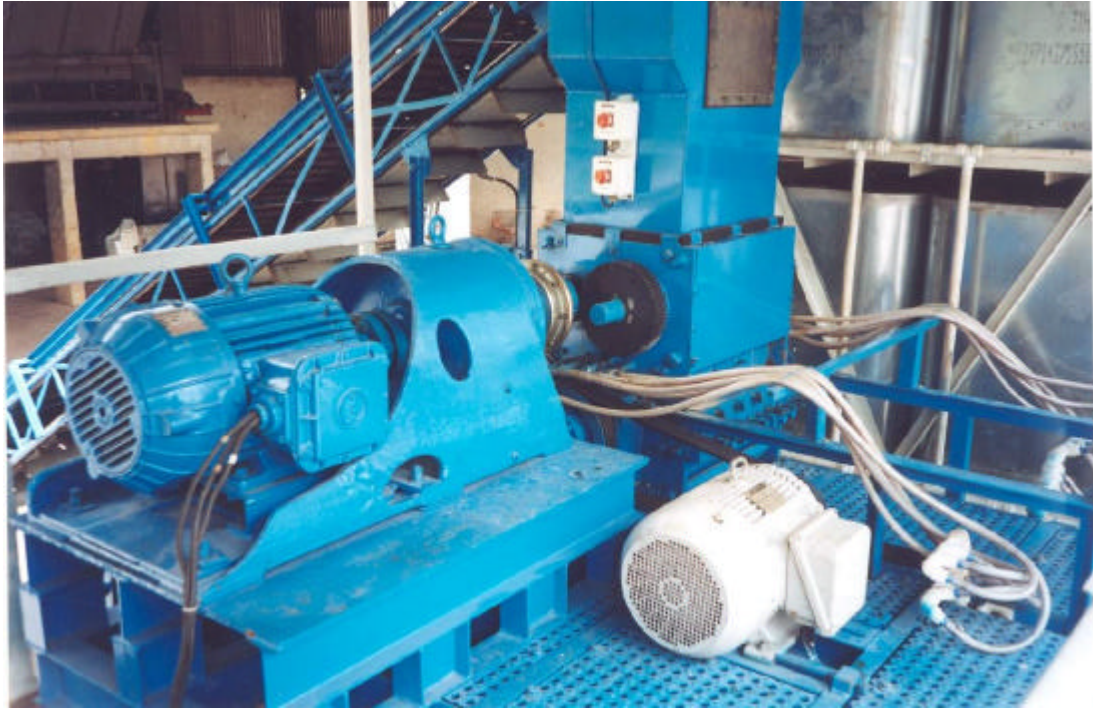


Planta de Reciclaje de PET – Bandas transportadoras al molino triturador

Anexo 9



Planta de Reciclaje de PET- módulo de trituración y lavado



Molino triturador de PET

Anexo 10



Equipo de Termoforming



Productos finales