

# Caracterización Geomórfico-Ambiental: Formación de Cárcavas y Movimiento de Masa en el Barrio Guabiraba, Recife, Pe, Brasil



Dra. Niédja Oliveira <sup>1</sup>; João Allyson R. de Carvalho <sup>2</sup>; Rildo José da Silva <sup>3</sup> y Luciana Paula Pereira Santos <sup>4</sup>  
<sup>1</sup> Profesora del Departamento de Geografía de la Universidad de Pernambuco,  
<sup>2</sup> Geógrafo, Especialista en Oceanografía, Departamento de Oceanografía - UFPE  
<sup>3</sup> Alumnos del Curso de Geografía, Bolsista de la FDPE - UPE.

## RESUMEN

Este trabajo de investigación abarca el estudio de las cárcavas y el movimiento de masa en el barrio Guabiraba, Recife, Pe, Brasil. Tiene como objetivo realizar una caracterización geomórfica ambiental del sistema de cárcavas y movimiento de masa, como base para formular una propuesta de acción integrada, en las áreas de colinas y tableros (mesas) de los glacis de acumulación del Grupo Barreras, sus riesgos e impactos. La relación sociedad-naturaleza es un tema que viene despertando la atención de investigadores, legos y de la sociedad en general. Este trabajo refleja un intenso dinamismo y la constante transformación del modo en que el hombre está relacionándose con la naturaleza a lo largo de la evolución de los procesos históricos. El área objeto de estudio está localizada en el Sector Norte del municipio Recife, barrio Guabiraba y está cortada por la carretera BR 101. Litológicamente forma parte del Grupo Barreras que corresponde a una extensa cobertura sedimentaria (glacis de acumulación), del Plioceno Superior o inicio del Pleistoceno. Su superficie está deforestada. En Guabiraba se reúnen condiciones climáticas, geológicas y edáficas favorables para la existencia de peligros geólogo-geomórficos. A estos factores de riesgo para el sistema de cárcavas y el movimiento de masa en las pendientes, se suman el proceso de urbanización desordenada ocurrido en las décadas de los 60 y 70, el cual provocó cortes para la implantación de asentamientos, deforestación, y más recientemente, exploración de las aguas minerales. Como base metodológica se utilizaron las sugerencias de Guidicini y Nieble (1984) sobre los movimientos gravitacionales, deslizamientos (slides), rotacionales (slumps) y traslacionales, que por sus principios apoya el tratamiento específico para el movimiento de masa que se tiene en Guabiraba. Por efecto de la autorización para la parcelación fue deforestado el capoeirão (site <http://www.ufsm.br/ppgef/teses/sandrov.pdf>) en la margen izquierda de la BR 101 en la Guabiraba. Así, la erosión se originó desde 1981, generando un tipo de paisaje que puede ser comparado con los "badlands".

## INTRODUCCIÓN

El tema investigado se propuso examinar los elementos y factores, de manera integrada, y con el objetivo de comprender mejor cómo se origina la degradación ambiental

en el barrio Guabiraba, en las vertientes donde es factible la ocurrencia de deslizamientos-corrimientos y la expansión de las cárcavas ya existentes.

En el paisaje del barrio Guabiraba gran parte de los problemas de las vertientes depende de la evolución pasada y presente, y de la intensidad de los procesos morfodinámicos, hidrológicos y antropogénicos. Los procesos que en ella ocurren desencadenan acciones abióticas, bióticas y humano-económicas, a veces de gran amplitud, determinando la importancia del impacto.

El diseño del estudio geográfico y geomorfológico de la evolución actual de las vertientes es extremadamente importante para el entendimiento espacio-temporal de los mecanismos morfodinámicos ambientales actuales y pasados. Los estudios actuales conllevan a un estudio geomorfológico ambiental por excelencia. Son ellos los que muestran los mecanismos de esa evolución y llevan al mejor entendimiento de los impactos ambientales en este barrio.

Diversas ramas del conocimiento perciben el desequilibrio ambiental muchas veces de forma sectorizada dentro del conjunto de elementos que comprende el paisaje: la vertiente como unidad integradora de esos sectores (naturales y sociales) debe ser administrada con esta función, a fin de que la erosión y la formación de cárcavas sean minimizadas y disminuyan así los riesgos socio-ambientales. Este es el papel de la acción gubernamental en asociación con la sociedad.

## OBJETIVOS

La investigación tiene como objetivo principal caracterizar geomórficamente el sistema de cárcavas y movimiento de masa y formular una propuesta de acción integrada, en las áreas de colinas y mesas de los glacis de acumulación del Grupo Barreras.

### Objetivos específicos

- Identificar la génesis y evolución de los procesos morfodinámicos del movimiento de masa y de las cárcavas
- Explicar las causas y efectos del movimiento de masa y de las cárcavas
- Evaluar la multiplicidad de cárcavas mediante el monitoreo
- Analizar las repercusiones social y económica de esos procesos

- Justificar los impactos antrópicos y naturales  
Potenciar el conocimiento de los actores actuantes en el área de estudio de los peligros y riesgos, intentando revertir los procesos que posibilitan impactos locales

**METODOLOGIA**

Se involucró un amplio material bibliográfico sobre los procesos enumerados anteriormente; levantamientos de los aspectos conceptuales de los impactos ambientales aplicados al área de estudio y modelos propuestos por la bibliografía especializada. El método de evaluación de los impactos descrito en este trabajo son las matrices (Leopold y Gómez, 1994), modificada por Oliveira (1998), el cual obedece a los siguientes criterios: carácter, magnitud, importancia y duración. Los parámetros estudiados y evaluados en este estudio están tomados a partir de los análisis de los sedimentos, morfológico, hidrológico, de vegetación, del paisaje, uso del suelo, urbanización e industria en concomitancia con trabajos de campo (monitoreo), laboratorio y fotointerpretación, clasificación de la tipología de los movimientos de tierra según (Guidicini y Nieble, 1984).

Se utilizó el clinómetro para la identificación del grado de las vertientes, el higrómetro para medición de la humedad relativa del aire, altímetro para contrastar la altitud media de las colinas, GPS diferencial para localización de cada estaca en el proceso de monitoreo de las cárcavas, estacas de madera de 45 cm de largo con vistas a llevar el monitoreo de las cárcavas, lienza para realizar las diferentes mediciones de distancias entre el borde de cada cárcava y la estaca y martillo de geólogo. También se tomaron muestras de los sedimentos, que fueron sometidas al análisis fisicoquímico y al tamizaje para identificación de la granulometría en el Laboratorio de Oceanografía Geológica del Departamento de Oceanografía - UFPE.

**RESULTADOS**

Se clasifica el tipo de movimiento de masa, según Guidicini y Nieble, como deslizamientos rotacionales en suelos con características homogéneas (Tabla 1), representado por 97% de arena y grava considerando los tipos de minerales. Esto posibilita una configuración de ruptura cóncava. Los traslacionales tienen el mismo porcentaje de arena y grava pero con una zona de coluvio de la formación sertaneja y desechos resultantes del proceso de urbanización. Los deslizamientos traslacionales son más frecuentes debido a la heterogeneidad de los materiales y su configuración de ruptura tiene forma recta.

Con el resultado de los análisis de laboratorio se justifica la degradación en el área, produciéndose un movimiento de masa ocasionado por una base saturada, donde dominan la arcilla y la laterita. Además de la ocupación urbana de forma desordenada provoca cortes no compatibles con la naturaleza geológica y geomórfica de las áreas de glacia de acumulación. Como se observa en la Fig. 1 son áreas probables de peligro geológico.



Fig. 1. Área de riesgo geológico.



Fig. 2. Erosión concentrada generadora de cárcavas.

Los datos del análisis mineralógico son indicativos también de factores causales en el sistema de cárcavas. Los perfiles indican una proporcionalidad de arena superior a la de arcilla, constituyendo un cuerpo quebradizo y más permeable. Los suelos descubiertos de vegetación y permeables, son más vulnerables a la erosión concentrada, productora de las cárcavas (Fig. 2). Con la ayuda del monitoreo se identificó que también ocurre un proceso de liuefacción de los materiales arenosos de las vertientes en las cabeceras de las cárcavas, siendo responsable de una

considerable velocidad de erosión y la pérdida constante de los sedimentos, como puede ser constatado por los datos obtenidos (Tablas 2 y 3).

En la cárcava 1, estacas 2, 3, 4, 5 y 7, día 13/02/2002, ocurrió erosión en la parte superior del borde sin el socavamiento de la base, pudiendo ser considerado como erosión somera y no forma parte de los datos del encuadre

Perfiles	Minerales	%	Tipos
A1	Arena	97	Cuarzo hialino, turmalina, magnetita, trazos de concreciones ferruginosas, biotita intemperizada, apatita y concreciones arcillosas
	Cascajo		Cuarzo con adherencia de materia orgánica en mayor porcentaje, granos triturados adosados, concreciones ferruginosas, carbón, concreciones arcillo-humosas.
B2	Arena	97	Cuarzo hialino, limonita, magnetita, trazos de concreciones arcillosas, apatita, concreciones ferruginosas y biotita intemperizada.
	Cascajo		Cuarzo con adherencia arcillosa en mayor porcentaje, concreciones ferruginosas, cuarzo levemente adosado.
B3	Arena	97	Cuarzo hialino, turmalina, limonita, magnetita; trazos de: cuarzo enfumazado, concreciones ferruginosas, concreciones arcillosas y apatita.
	Cascajo		Composición semejante a la muestra anterior.

Tabla 1. Análisis mineralógico.

metodológico. Se verificó que el día 13/05/2002, las mismas estacas presentaban 10, 16, 20, 36 y 22 cm respectivamente en su índice de erosión. Los resultados de la colecta en las estacas 1, 6 y 8 son indicativos de socavamiento, siendo confirmado el aumento de los mismos en la segunda colecta (Tabla 2). Este hecho está justificado por el cambio estacional.

Estación	Distancia entre la estaca y el borde. 13/02/2002	Distancia entre la estaca y el borde. 13/05/2002
1	8	24 cm
2	0	10 cm
3	0	16 cm
4	0	20 cm
5	0	36 cm
6	11	21 cm
7	0	22 cm
8	15 cm	30 cm

Tabla 2. Monitoreo de la cárcava 1.

Estación	Distancia entre la estaca y el borde. 13/02/2002	Distancia entre la estaca y el borde. 13/05/2002
1	2 cm	-
2	4 cm	-
3	2 cm	-
4	5 cm	-
5	3 cm	-
6	4 cm	-
7	6 cm	-
8	8 cm	-

Tabla 3. Monitoreo de la cárcava 2.

Los datos de la cárcava 2, primera colecta, muestran un nivel moderado de erosión resultante de la estación seca, mientras que en el segundo momento de colecta, llegó a más de 8 m, pues todas las estacas fueron arrastradas por el proceso de erosión. Fue necesaria la reposición de nuevas estacas.

En los análisis de la Tabla 4 se verifica, que en el monitoreo de la cárcava 1, correspondiente al mes de agosto, el proceso erosivo estuvo con su máximo en la estaca 5 y el mínimo de erosión en la 2. Para el mes de noviembre ocurrieron pequeñas variaciones, con excepción de la estaca 6, no pudiendo ser visualizado los resultados, pues la misma había sido dañada. En conjunto, se observó que en las dos últimas colectas, el proceso erosivo fue más intenso debido a la prolongación de la estación de lluvias hasta el mes de noviembre.

Estación	Distancia entre la estaca y el borde. 14/08/2002	Distancia entre la estaca y el borde. 17/11/2002
1	30 cm	32 cm
2	16 cm	20 cm
3	18 cm	18 cm
4	26 cm	27 cm
5	38 cm	38 cm
6	27 cm	5 cm (recolocada)
7	30 cm	30 cm
8	35 cm	36 cm

Tabla 4. Monitoreo de la cárcava 1.

En lo que concierne al monitoreo de la cárcava 2 (Tabla 5), se verificó el aumento erosivo con relación al 14/08/02, pudiendo así tenerse una evaluación más fidedigna, pues en el día 13/05 todas las estacas fueron recolocadas. El máximo de erosión ocurrió en la estaca 1 para el día 14/08 y en la estaca 8 para el 17/11, respectivamente. El valor mínimo de erosión en la cárcava 2 fue para las estacas 2, 3 y 5, y para lo segundo momento, el valor mínimo fue de 6 para las estacas 2 y 6. En esta cárcava hubo una disminución

del proceso erosivo con relación a la cárcava 1 (Tabla 4). El siguiente monitoreo corresponde con los resultados que aparecen en las Tablas 6 y 7, correspondientes a las fechas 13/02/03 y 13/05/03. En la Tabla 6 se verifica que el máximo de erosión ocurrió en la estaca 5 con 39 cm, medida en el terreno de forma horizontal. En segundo lugar, viene a estaca 8 con 37 cm. Para la cárcava 2, el máximo de erosión ocurrió en la estaca 2 y el mínimo en 3 puntos (1, 3 y 6) con el mismo valor de 15 cm. En el monitoreo del día 13/05/03, la máxima fue de 40 cm correspondiendo a la estaca 2 y la mínima de 20 cm en dos puntos: estacas 1 y 6. Es interesante destacar que la estaca 2 en estos últimos momentos de monitoreo fue donde ocurrió la mayor acción erosiva (Tabla 7).

Estación	Distancia entre la estaca y el borde. 14/08/2002	Distancia entre la estaca y el borde. 17/11/2002
1	6 cm	10 cm
2	4 cm	6 cm
3	4 cm	7 cm
4	6 cm	8 cm
5	4 cm	6 cm
6	6 cm	7 cm
7	8 cm	8 cm
8	10 cm	16 cm

Tabla 5. Monitoreo de la cárcava 2.

Estación	Distancia entre la estaca y el borde. 13/02/2003	Distancia entre la estaca y el borde. 13/05/2003
1	32 cm	40 cm
2	29 cm	30 cm
3	19 cm	20 cm
4	27 cm	28 cm
5	39 cm	40 cm
6	25 cm	26 cm
7	28 cm	33 cm
8	37 cm	38 cm

Tabla 6. Monitoreo de la cárcava 1.

Estación	Distancia entre la estaca y el borde. 13/02/2003	Distancia entre la estaca y el borde. 13/05/2003
1	15 cm	20 cm
2	30 cm	40 cm
3	15 cm	23 cm
4	18 cm	21 cm
5	20 cm	26 cm
6	15 cm	20 cm
7	17 cm	22 cm
8	18 cm	23 cm

Tabla 7. Monitoreo de la cárcava 2.

Las Tablas 8 y 9 representan resultados reales de 13/08/03 y del 13/11/03 de las cárcavas 1 y 2 respectivamente. Se verificó que para los meses de agosto y noviembre, a la estaca 1 corresponde el mismo valor erosivo que la estaca 5, mientras que la número 3 surge con menor proceso de denudación. Los datos de la Tabla 9 corresponden a los mismos meses arriba citados, y la estaca de mayor poder erosivo (45 cm) es la número 2, habiendo identidad erosiva para la misma estaca en el mes de noviembre de 2003. Analizando la media de las estacas para los meses de agosto a noviembre, fue estimado para el primer mes 7,3 cm de erosión y para la segunda 6,2 cm. Por tanto, la carga denudada en la cárcava 1 pasa a ser substancialmente mayor que la de la cárcava 2.

A continuación, se puede visualizar el resultado graficado (Figs. 3 y 4) desde la media aritmética de las estacas de la cárcava 1 y 2.

Estación	Distancia entre la estaca y el borde. 13/08/2003	Distancia entre la estaca y el borde. 13/11/2003
1	42 cm	46 cm
2	33 cm	37 cm
3	23 cm	26 cm
4	30 cm	34 cm
5	42 cm	45 cm
6	28 cm	32 cm
7	41 cm	51 cm
8	41 cm	45 cm

Tabla 8. Monitoreo de la cárcava 1.

En la bibliografía existente, el clima es indicador de la participación y modificación de la intensidad y de la proporcionalidad de los procesos erosivos, por tanto, la acción del agua superficial está en su causa y es decisiva en la formación de las cárcavas 1 y 2, principalmente por el desmoronamiento de las paredes laterales. Otra forma de acción observada fue la del agua subterránea, que como piping, entra en el proceso erosivo después de la infiltración, intercepta niveles que presentan saturación transitoria y limitada a episodios de infiltración. El hecho de que en el área de estudio pueden ser identificadas cárcavas es un indicativo del dominio climático como uno de los factores de relevancia en su construcción, sin embargo no se debe olvidar la acción antrópica. Hechos justificadores de la correlación de las lluvias con el proceso erosivo están verificados en los gráficos de precipitación y de proporción erosiva.

Estación	Distancia entre la estaca y el borde. 13/08/2003	Distancia entre la estaca y el borde. 13/11/2003
1	28 cm	34 cm
2	45 cm	55 cm
3	35 cm	44 cm
4	26 cm	30 cm
5	31 cm	38 cm
6	28 cm	33 cm
7	30 cm	36 cm
8	31 cm	36 cm

Tabla 9. Monitoreo de la cárcava 2.

junio/02 (Tabla 10) que promediándose con los meses de julio y agosto del 2003 se obtiene una media de 328.7 mm, de acuerdo con la Figs. 5 y 6, es decir el mayor índice pluviométrico para el área de estudio, lo que corresponde a una proporcionalidad erosiva de 27,5 cm de la cárcava 1, es decir, equivalente al 34% (Fig. 7); y de 6 cm en la cárcava 2, o sea una proporción del 27% (Fig. 8). Este hecho debe ser entendido por la acción del agua subterránea, a través de los fenómenos de piping y de surgencia, generalizados junto al contacto entre la base de la cárcava y sus paredes, desempeñando un papel predominante en el aumento de la duración de la acción erosiva. En este contacto se verificó la ocurrencia de un movimiento viscoso de arena, una verdadera corrida lenta de arena, originada por la licuefacción de la parte inferior del talud, en un ambiente de arena intensamente friable. Otro factor a ser enumerado es la cantidad de surcos en la parte superior de la vertiente de esa cárcava, lo cual aumenta el índice percolativo. En lo relacionado con la mínima está representada por 33,1 mm en diciembre/02, coincidiendo con los valores de enero y febrero/03, con un resultado mínimo medio de precipitación de 78,5 mm, equivaliendo al menor índice, 29,5 cm, y en una proporción de 22% (Fig. 9) en la cárcava 1 y 18,5 cm en la cárcava 2, lo que equivale al 16% (Fig. 10). La disminución de la erosión en las cárcavas 1 y 2 se debió al hecho de ser la estación de verano.

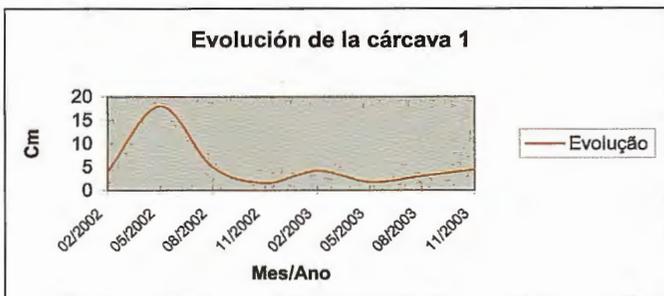


Fig. 3. Evolución de la cárcava 1. Considerando los datos anteriores, 2002/2003.

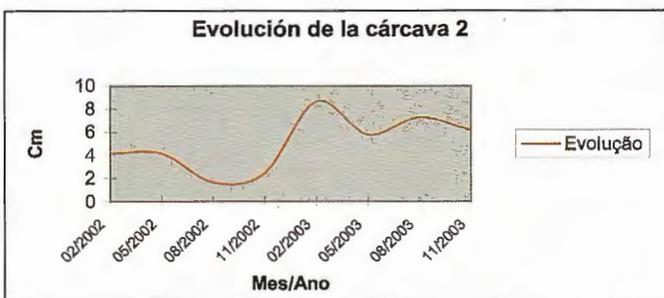


Fig. 4. Evolución de la cárcava 2. Considerando los datos anteriores, 2002/2003.

Analizando los gráficos que se presentan a continuación, se verifican identidades y paradigmas de acciones para el proceso erosivo formador de las cárcavas. El índice pluviométrico 2001/2002/2003, indica una tasa máxima de precipitación correspondiente a 583,5 mm, para el mes de

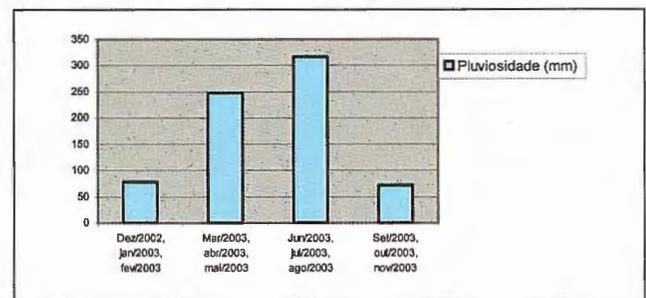


Fig. 5. Media trimestral: Índice pluviométrico.

En la aplicación del método de identificación y evaluación del impacto, se empleó una evaluación multicriterios adaptada del modelo matricial para identificar y evaluar las transformaciones ocurridas a partir de un conjunto de acciones humanas, de los factores y elementos naturales (físicos, bióticos, perceptuales y socioeconómicos) alterados por

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108,3
2002	231,6	200,5	409,8	140,2	304,2	583,5	281,6	121,0	42,5	49,0	87,7	33,1
2003	53,3	149,2	397,9	116,1	225,9	474,0	282,2	194,8	135,8	52,2	26,8	-

Tabla 10. Índice pluviométrico. 2001/2003. Fuente: INMET/2001.

ellas y de los impactos producidos, lográndose una cuantificación global y ponderada de los impactos positivos y negativos. Los criterios cuantitativos y cualitativos utilizados fueron: carácter del impacto, certeza, tipo, tiempo en aparecer, magnitud, importancia, duración y reversibilidad cual si verifica en la Tabla 10. Impactos identificados a través de las acciones, factores y elementos y la Tabla 11. Valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos.

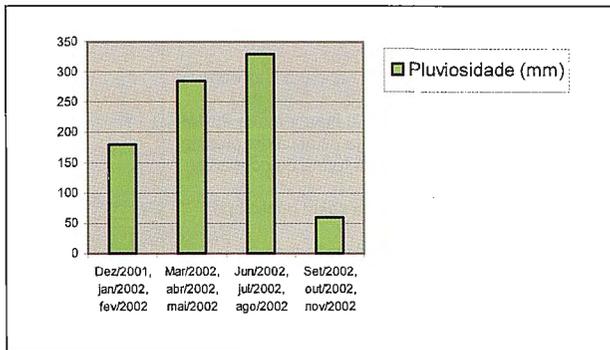


Fig. 6. Media trimestral: Índice pluviométrico.

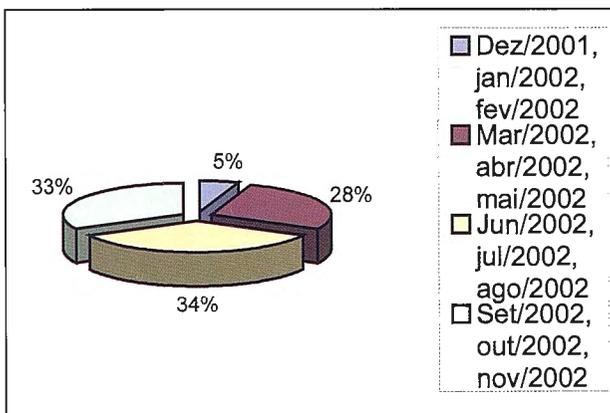


Fig. 7. Media trimestral : índice de erosión en cm, cárcava 1.

Destrucción y alteración de la mata/capoeirão 13 Alteración de la flora y la fauna terrestre y/o extinción 14 Alteración del hábitat de las aves migratorias 15 Alteración de la flora y fauna fluvial 16 Alteración de la estética del paisaje 17 Cambios de la forma de ocupación del suelo 18 Afectación a la salud pública por vectores 19 Pérdidas de vidas humanas 20 Surgimiento de abrigos para delincuentes 21

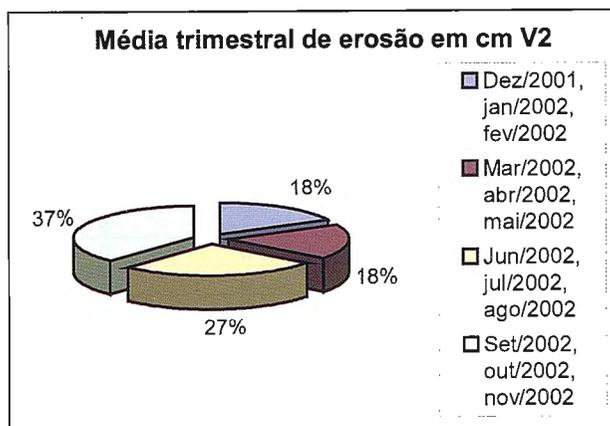


Fig. 8. Media trimestral: índice de erosión en cm, cárcava 2.

Generación de empleos 22 Incremento de las construcciones 23 Urbanización desordenada 24 Aumento del comercio 25 Crecimiento de la economía 26 Surgimiento de técnicas inadecuadas contra los deslizamientos/cárcavas

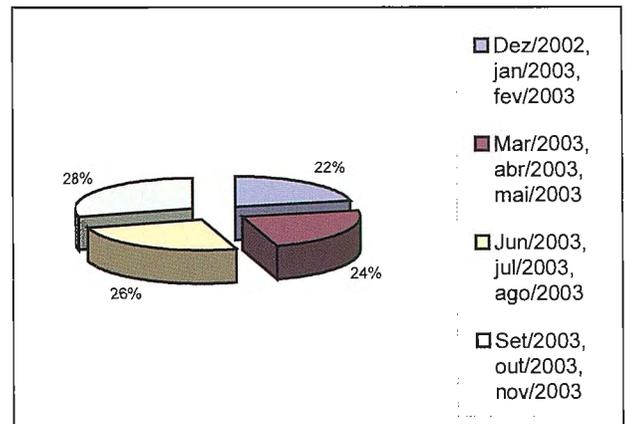


Fig. 9. Media trimestral: índice de erosión en cm, cárcava 1.

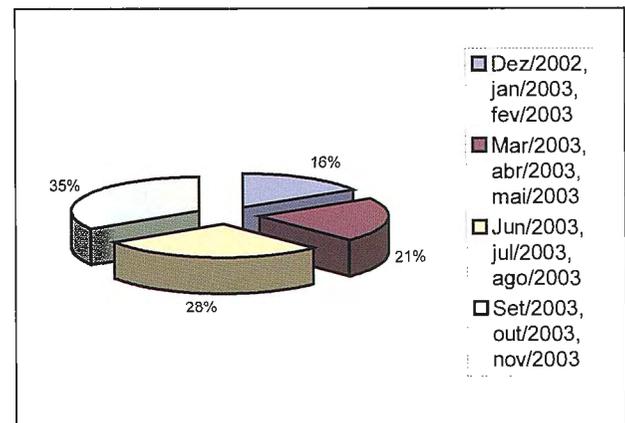


Fig. 10. Media trimestral: índice de erosión en cm, cárcava 2.

Definidos los impactos, la evaluación cualitativa y cuantitativa posibilita atribuir a cada impacto un valor. Tales valores demuestran el carácter de influencia y agresión de cada impacto al ambiente. Los impactos de mayores valores fueron: Alteración de la morfología, Surgimiento de cárcavas Pérdida y/o erosión de los suelos, Disminución del manto freático y Alteración de la estética del paisaje con el valor 13. El impacto Alteración del hábitat de aves migratorias también logró significativa puntuación con un valor de 12. A continuación están: Aumento del riesgo geológico, Modificación del régimen hídrico, Alteración de la flora y fauna terrestre y/o extinción, Destrucción y alteración de la mata/capoeirão con el valor 10, con otros de menor valor.

## CONCLUSIONES

La deforestación y la estructura de los glaciares terciarios del Grupo Barrera, viene imprimiendo una sucesión del sistema de cárcavas en el barrio Guabiraba. El material removido produce asolvamiento, inclusive en el canal del río Beberibe, convirtiendo el área de estudio en un suelo lunar, incapaz de permitir el desarrollo de la vegetación y mucho menos de cualquier tipo de cultivo.

Tabla 10. Impactos identificados a través de las acciones, factores e elementos.

Acciones	Factores y elementos	Impactos
A Desmonte de la vegetación	I Relieve	1 Alteración de la morfología
B Extracción de agua mineral	II Geología	2 Surgimiento de deslizamientos
C Actividad pecuaria	II Suelo	3 Surgimiento de cárcavas
D Actividad industrial	III Hidrología superficial y subterránea	4 Aumento del riesgo geológico
E Especulación inmobiliaria	IV Flora y fauna terrestre	5 Alteración de los sedimentos fluviales
F Obras de ingeniería	V Flora y fauna fluvial	6 Pérdida y erosión de los suelos
G Instalación de redes técnicas	VI Paisaje	7 Modificación del régimen hidrológico
H Fabricación de conjuntos habitacionales	VII Uso del suelo	8 Modificación de los canales fluviales
I Cortes de la F. Barreras	VIII Población y salud	9 Contaminación del río
J Cultivo de árboles frutales retenedores de agua	IX Industria de la construcción	10 Disminución del manto freático
K Disposición de basura	X Comercio	11 Polución del manto freático
L Corte de calles	XI Economía	12 Destrucción y alteración de la mata/capoeirão
M Construcción de fosas		13 Alteración de la flora y la fauna terrestre y/o extinción
		14 Alteración del hábitat de las aves migratorias
		15 Alteración de la flora y fauna fluvial
		16 Alteración de la estética del paisaje
		17 Cambios de la forma de ocupación del suelo
		18 Afectación a la salud pública por vectores
		19 Pérdidas de vidas humanas
		20 Surgimiento de abrigos para delincuentes
		21 Generación de empleos
		22 Incremento de las construcciones
		23 Urbanización desordenada
		24 Aumento del comercio
		25 Crecimiento de la economía
		26 Surgimiento de técnicas inadecuadas contra los deslizamientos/cárcavas

Tabla 11. Valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos

Impactos	Evaluación cualitativa				Evaluación cuantitativa				Valor del impacto
	-	C	Pr	M	3	3	3	1	
1 Alteración de la morfología	-	C	Pr	M	3	3	3	1	13
2 Surgimiento de deslizamientos	-	C	Pr	M	1	3	3	0	6
3 Surgimiento de cárcavas	-	C	Pr	M	3	3	3	1	13
4 Aumento del riesgo geológico	-	C	Sc	M	3	2	3	1	10
5 Alteración de los sedimentos fluviales	-	P	Ac	M	1	2	3	0	5
6 Pérdida y erosión de los suelos	-	C	Pr	C	3	3	3	1	13
7 Modificación del régimen hidrológico	-	P	Ac	L	3	2	3	1	10
8 Modificación de los canales fluviales	-	P	Ac	M	3	2	3	0	9
9 Contaminación del río	-	P	Ac	M	2	2	3	0	7
10 Disminución del manto freático	-	P	Sc	M	3	3	3	1	13
11 Polución del manto freático	-	P	Ac	M	3	2	3	0	9
12 Destrucción y alteración de la mata/capoeirão	-	C	Pr	C	2	3	3	1	10
13 Alteración de la flora y la fauna terrestre y/o extinción	-	P	Ac	L	2	3	3	1	10
14 Alteración del hábitat de las aves migratorias	-	P	Sc	M	3	3	3	0	12
15 Alteración de la flora y fauna fluvial	-	P	Sc	L	3	2	3	0	9
16 Alteración de la estética del paisaje	X	C	Pr	M	3	3	3	1	13
17 Cambios de la forma de ocupación del suelo	-	C	Pr	M	3	2	3	0	9
18 Afectación a la salud pública por vectores	-	C	Pr	M	2	2	3	1	8
19 Pérdidas de vidas humanas	-	C	Sc	L	2	2	3	1	8
20 Surgimiento de abrigos para delincuentes	-	C	Pr	C	2	3	3	0	9
21 Generación de empleos	+	P	Sc	M	2	1	2	0	4
22 Incremento de las construcciones	X	P	Sc	M	2	1	2	0	4
23 Urbanización desordenada	-	C	Pr	M	2	2	3	1	8
24 Aumento del comercio	+	C	Sc	M	1	1	2	0	2
25 Crecimiento de la economía	+	C	Sc	L	3	1	2	0	5
26 Surgimiento de técnicas inadecuadas contra los deslizamientos/cárcavas	-	P	Sc	L	2	2	3	1	8

Se verifica, dentro del origen de la dinámica de las cárcavas, un proceso acelerado de erosión, que surge cuando se rompe el equilibrio natural entre el suelo y el ambiente (vegetación). Sucesivamente, la erosión acelerada pasa de laminar para surcos y luego enseguida a cárcavas. Sus dimensiones y la extensión de los daños que pueden causar están íntimamente relacionados con el clima, el relieve, la geología, el tipo de suelo y formas de manejo. El principal motivo del fenómeno cárcavas parece ser una crisis de orden climático, no necesariamente de gran amplitud, con el factor antrópico como agente catalizador.

El movimiento de masa, es un reflejo del desorden urbano en el área, cuya población es de baja renta, y que se concentra en una zona de riesgo geológico en las colinas del Grupo Barreras, siendo responsable de cortes para construcción de casas, deforestación y de producción de residuos que impiden el escurrimiento de los canales. Hechos éstos, que repercuten como acciones antropogénicas, integradas a la acción de la naturaleza, y resultan en los impactos negativos, como se observa en la Tabla 10.

La intensificación del drenaje en el ambiente de las colinas permeadas por el clima se relaciona principalmente con la resistencia a la erosión de los materiales presentes, siendo que la densidad del área en estudio aumenta a la medida que disminuye la resistencia a la erosión pese a los glaciares de acumulación.

El deterioro ambiental del sistema de colinas y mesas con su cobertura sedimentaria de glaciares de acumulación, se puede convertir en un problema crucial dentro de pocos años, no solamente para los investigadores sino también para los legos, ya que en ellas la intervención del hombre imprime acciones predatorias desequilibrantes. Las acciones antrópicas sobre el espacio estudiado tienen una fuerte base en la cultura urbana. Las “necesidades urbanas” y los problemas económicos a veces contraponen las necesidades vitales, siendo deformantes los patrones de equilibrio de sectores ambientales de transiciones factibles a transformaciones profundas, cuyas reacciones repercuten en el propio hombre.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLHEIROS, M. M. Riscos de Escorregamentos da Região Metropolitana do Recife. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia - Instituto de Geociências. Outubro-1998.
2. ALLHEIROS, M. M. e LIMA FILHO, M.F. Revisão Geológica da Faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte e do seu Embasamento. CAP. 08 - A Formação Barreras. Boletim do Departamento de Geologia/Universidade Federal de Pernambuco - Série Estudos e Pesquisa. V.10. p 77-88.1991.
3. BEURLER, K. Estratigrafia da Faixa Sedimentar Costeira do Recife - João Pessoa. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. 16(1). p. 43-53.
4. BRITO, I. M. Bacias Sedimentares e Formações Pós-Paleozóicas do Brasil. Rio de Janeiro. Interciências. 1979.
5. FREIRE, E. S. M. Movimentos Coletivos de Suelo e Rochas e Sua Moderna Sistemática. Construção. Rio de Janeiro. 8. p.10 - 18.
6. GÓMEZ, O. Evaluación de Impacto Ambiental. Agrícola Española S.A. Madrid. 1994. p. 260.
7. GUERRA, A. T. Geomorfologia Exercícios, Técnicos e Aplicação. Processos Erosivos nas Encostas. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 1996. p. 139 - 189.
8. GUERRA, A. T. Dicionário Geológico e Geomorfológico. IBGE. 1987. p 437.
9. GUERRA, A. T. e GUERRA, A. J. T. Novo Dicionário Geológico - Geomorfológico. Bertrand Brasil. 1997. p. 198.
10. GUERRA, A. T. e GUERRA, A. J. T. Novo Dicionário Geológico - Geomorfológico. Bertrand Brasil. 1997. p. 441.
11. GUIDICINI, G. e NIEBLE, C. M. Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. Edgand.1984 B1. cher. 2<sup>TM</sup> p. 194.
12. IPT. Ocupação de Encostas. IPTN. N. 1831. p.216. 1991.
13. KÖPPEN, J. W. Climatología con uno Estudio de los Climas de la Tierra. Fondo de Cultura Económica - Mexico, 1948. p. 478.
14. LEOPOLD, A. Matriz de evaluación de impactos. En Curso Master E. I. A. Instituto de Investigaciones Ecológicas Málaga, Módulo. P. 57-58. 1994.
15. MABESOONE, J. M e CUNHA E SILVA, J. Geomorfologia da Faixa Sedimentar Costeira Peambuco-Paraíba. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 13.;1989. Fortaleza. Resumos: SBG, 1989. p. 5-8.
16. MABESOONE, J. M e CASTRO, C. Desenvolvimento geomorfológico do nordeste do Brasil. Boletim Núcleo Nordeste. Sociedade Brasileira de Geologia. V. 3. p. 5 - 56.1975.
17. MABESOONE, J. M. e OLIVEIRA, L. D. D. Paleontologia Estratigráfica. Universidade Federal de Pernambuco. Serie B - Estudo e Pesquisa. V.10. p. 110 - 115. 1991.
18. OLIVEIRA, N. Impactos Geográficos no Compartimento da Floresta Pluvial Costeira do Estado de Pernambuco. In. 3° Encontro de Estudos Sobre Meio Ambiente. V.2. Londrina, p. 51 - 59, 1991.
19. OLIVEIRA, N. Rio Beberibe: panorama triste e desolador. Diário de Pernambuco, Recife, p.8, 1992.
20. OLIVEIRA N. Problemas Geomorfológico - Ambientales de las Restingas y Mangles Em Pernambuco y Cuba. Tese de Doutorado Ministério de Ciências y Tecnologia y Médio Ambiente. I.G.T. Academia de Ciências de Cuba. La Habana. 1998.
21. SUGUIO, K. Flutuações do nível do mar durante o quaternário superior ao longo do território brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. Revista Brasileira de Geologia, São Paulo, v. 15, n 4, p. 273 - 286. 1985.
22. TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN. 1977. Recursos Naturais e Meio Ambiente. p. 115.
23. TRICART, J e KILIAN, J. La Ecogeografía y la Ordenación del Medio Natural. Anagrama. 1982. Barcelona. p. 324 -421.